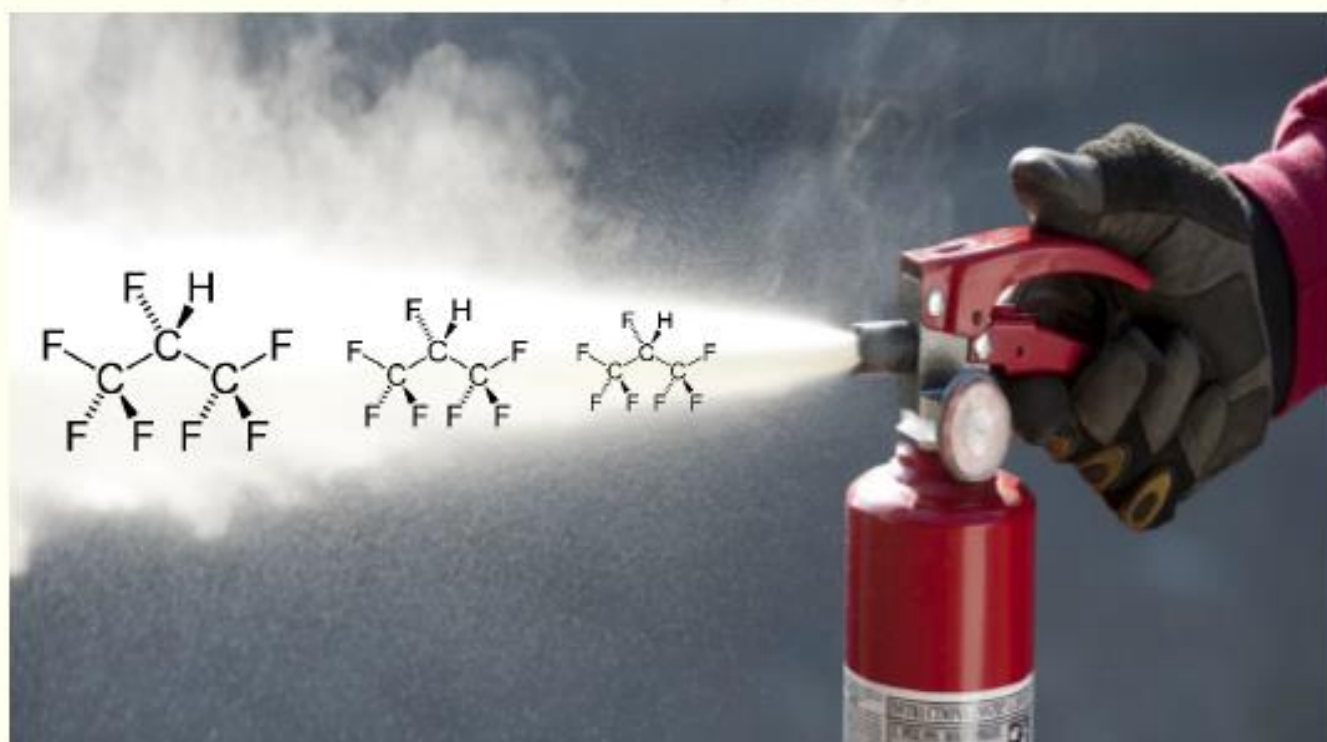


VIII

Всероссийская
научно-практическая
конференция



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Иваново 2023

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
VIII Всероссийской научно-практической конференции**

30 марта 2023 года

Иваново
2023

УДК 37+50+614.8
ББК 38.96

Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов
А 43 VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 30 марта
2023 года / сост.: Т. В. Фролова. – Иваново : Ивановская пожарно-
спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 560 с.
ISBN 978-5-907353-89-3

В сборнике представлены материалы выступлений и статьи участников конференции, отражающие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области естественнонаучных дисциплин (физики, химии, биологии, экологии, математики и информатики), а также рассматривающие профессионально-значимые проблемы современного образования и предлагающие варианты их решения.

Сборник предназначен для научно-педагогических работников, курсантов, студентов и всех интересующихся проблемами современной педагогики и естествознания.

The collection contains materials of speeches and articles of the conference participants, reflecting the results of fundamental and applied research in the field of natural Sciences (physics, chemistry, biology, ecology, mathematics and computer science), and professionally addressing important problems of modern education and suggesting solutions for them.

The collection is intended for scientific and pedagogical workers, cadets, students and all those interested in the problems of modern pedagogy and natural sciences.

УДК 37+50+614.8
ББК 38.96

ISBN 978-5-907353-89-3

Организационный комитет

канд. мед. наук, доцент **И. Ю. Шарабанова** (председатель оргкомитета)
доктор хим. наук, профессор **С.А. Сырбу** (заместитель председателя оргкомитета)
доктор хим. наук, доцент **Н.Ш. Лебедева**
доктор техн. наук, доцент **Е.П. Гришина**
доктор техн. наук, доцент **А.А. Краснов**
канд. техн. наук, доцент **Е. А. Шварев**
канд. техн. наук, доцент **Д. Г. Снегирев**
канд. техн. наук, доцент **К. В. Семенова**
канд. хим. наук, доцент **А. Н. Петров**
канд. хим. наук **Ж. Ф. Гессе**
А.Ф. Чудакова

© Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, 2023

РАЗДЕЛ 1

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ И ХИМИИ

УДК 681.5.013

Е. А. Алексеев, А. Н. Лабутин

Ивановский государственный химико-технологический университет

АНАЛОГОВО-ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕАКТОРОМ ДОПОЛИМЕРИЗАТОРОМ

Аннотация: в работе предложена система автоматического регулирования температуры гранул полимера на выходе из реактора-дополимеризатора на базе астатического полиномиального регулятора. Параметры настройки регулятора были определены по методу модального управления. Методом компьютерного моделирования была подтверждена работоспособность предложенного алгоритма.

Ключевые слова: полиамид-6, полиномиальный регулятор, цифровое управляющее устройство.

E. A. Alekseev, A. N. Labutin

ANALOGUE-DIGITAL CONTROL SYSTEM OF PREPOLYAMIDATION TANK

Abstract: control system of polymer pellets at outlet of prepolyamidation tank based on astatic polynomial controller were suggested. Parameters of controller were derived by using modal control method. Efficiency of proposed control algorithm were confirmed by simulation.

Key words: polyamide-6, polynomial controller, digital controller.

Среди ключевых задач, решаемых при создании энерго- и ресурсоэффективных технологических процессов получения полимера ПА-6, выделяется задача проектирования эффективных систем управления стадиями. Для крупных производств, реализующих типовые технологические схемы синтеза, данная задача во многом решена. На таких предприятиях регламентные значения регулируемых параметров как правило поддерживаются с применением типовых систем регулирования на базе ПИ и ПИД регуляторов. На вновь вводимых малотоннажных предприятиях, где производство полимера осуществляется нередко в несколько отличном аппаратурно-технологическом оформлении в сравнении с крупнотоннажными производствами, задачи управления не решены.

В работах [1-2] предложено энергоэффективное аппаратурно-технологическое оформление получения ПА-6, предусматривающее введение новой стадии дополиамидирования в твёрдой фазе. Этот сложный гетерофазный процесс осуществляется в трубчатых реакторах. Для обеспечения необходимого

температурного режима в рубашку подается динил. Известно, что одним из ключевых технологических параметров, характеризующих состояние процесса, является температура твёрдых частиц. В этой связи, задача синтеза системы регулирования температуры гранул на выходе из реактора является актуальной.

На базе исходной нелинейной модели процесса дополиамидирования [2] была получена линеаризованная модель в форме передаточных функций. Передаточная функция по каналу регулирования температуры имеет следующий вид [3]:

$$H_{об}(s) = \frac{0.305}{s^3 + 1.73s^2 + 0.957s + 0.171} \quad (1)$$

В настоящей работе для обеспечения заданной температуры полимерных гранул, покидающих аппарат, предлагается использовать систему на базе цифрового полиномиального регулятора.

Системы с полиномиальными регуляторами «входа – выхода» предлагают наиболее простое в структурном отношении решение задачи синтеза систем модального управления [4]. Полиномиальные регуляторы базируются на идеях метода желаемой передаточной функции замкнутой системы. При этом нули и полюсы системы размещаются в заданных точках комплексной плоскости. Предлагаемый метод достаточно хорошо изучен, однако его применение для ряда объектов может привести к физически нереализуемой или негрубой системе. В общем виде структура замкнутой системы с полиномиальным регулятором может иметь вид, показанный на рис. 1.

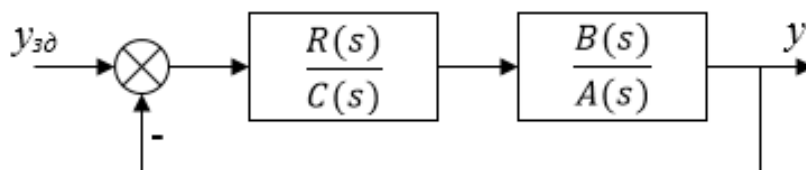


Рис. 1. Структурная схема замкнутой системы с полиномиальным регулятором

Передаточная функция замкнутой системы по каналу управления имеет следующий вид:

$$H_{зс}(s) = \frac{R(s)B(s)}{C(s)A(s) + R(s)B(s)},$$

где $R(s)$ и $B(s)$ – полиномы числителя передаточной функции регулятора и объекта, соответственно; $C(s)$ и $A(s)$ – полиномы знаменателя передаточной функции регулятора и объекта, соответственно.

Приравнявая характеристическое уравнение системы к эталонному уравнению, получим основное уравнение синтеза [5]:

$$C(s)A(s) + R(s)B(s) = D(s), \quad (2)$$

где $D(s)$ – эталонный характеристический полином замкнутой системы.

Для определения неизвестных коэффициентов полиномов $R(s)$ и $C(s)$ необходимо решить систему алгебраических уравнений, получаемую путём приравнивания коэффициентов при одинаковых степенях s в левой и правой частях уравнения (2).

Использование систем на базе полиномиальных регуляторов в случаях, когда в прямой цепи отсутствует интегратор, может обеспечить заданные быстродействие, степень колебательности и динамическую ошибку. Однако статическая ошибка при этом может быть недопустимо большой. Для её ликвидации в структуру регулятора дополнительно вводится интегратор [5]. Минимальный порядок регулятора при его аналоговой реализации получается при следующих степенях полиномов

$$\begin{aligned} \deg R(s) &= \deg A_{ог}(s) = 3 \\ \deg C(s) &= \deg R(s) = 3 \\ \deg D(s) &= \deg A_{ог}(s) + \deg C(s) = 6 \end{aligned}$$

Для формирования астатической составляющей регулятора достаточно задать равным нулю коэффициент c_0 полинома $C(s)$. Тогда передаточная функция полиномиального регулятора температуры примет следующий вид:

$$H_p(s) = \frac{r_3 s^3 + r_2 s^2 + r_1 s + r_0}{c_3 s^3 + c_2 s^2 + c_1 s} \quad (3)$$

В качестве желаемого характеристического полинома $D(s)$ был выбран бином Ньютона 6-го порядка

$$D(s) = s^6 + 6\Omega s^5 + 15\Omega^2 s^4 + 20\Omega^3 s^3 + 15\Omega^4 s^2 + 6\Omega^5 s + \Omega^6,$$

где Ω – настроечный параметр (среднегеометрический корень).

При выбранном времени регулирования $\tau_p \approx 5$ с параметр $\Omega = 1.2$ ($ч^{-1}$). Тогда передаточная функция астатического полиномиального регулятора примет вид:

$$H_p(s) = \frac{32.17s^3 + 63.83s^2 + 42.68s + 9.79}{s^3 + 5.47s^2 + 11.18s} \quad (4)$$

Предложенная в работе система регулирования была реализована на программно-техническом комплексе (ПТК), включающем в себя программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК 154 и рабочую станцию, соединённые по сети Ethernet (рис. 2).

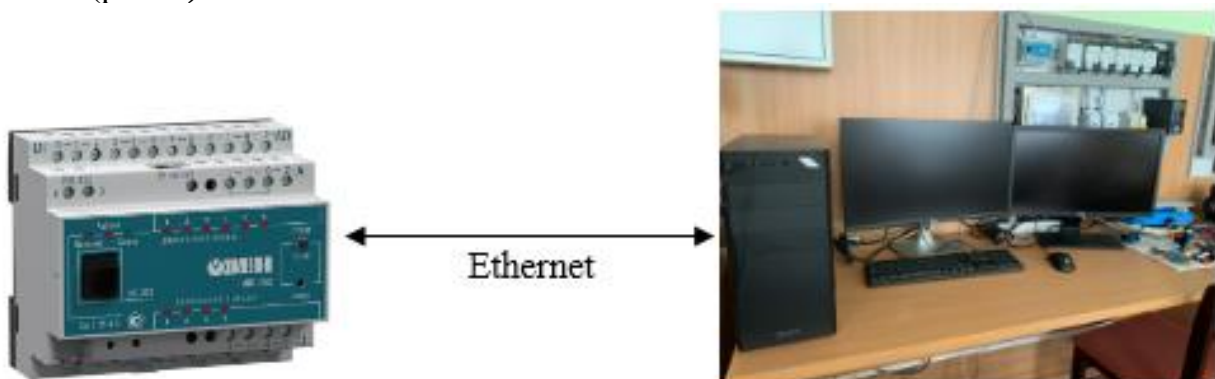


Рис. 2. Структура программно-технического комплекса

Контроллер ОВЕН ПЛК154 – это моноблочный контроллер с дискретными и аналоговыми входами и выходами для автоматизации малых систем. Для программирования контроллера используется система CoDeSys, поддерживающая все языки программирования стандарта МЭК 61131-3.

В основе работы ПТК заложен принцип программно-аппаратного моделирования, согласно которому моделируется работа технологических объектов, а алгоритмы управления, взаимодействие с оператором и визуализация процесса реализуются на реальных технических средствах автоматизации.

Цифровая реализация регулятора температуры выполнена методом цифрового перепроектирования [6]. Цифровое перепроектирование – это определение структуры и параметров цифрового регулятора по его аналоговому прототипу, обеспечивающих максимальное соответствие динамических характеристик непрерывной и дискретной систем. При такте квантования 0.1 ч дискретная передаточная функция полиномиального регулятора имеет следующий вид:

$$H_p(z) = \frac{38989.59z^3 - 109702.8z^2 + 102893z - 32170}{1658.8z^3 - 4205.8z^2 + 3547z - 1000}.$$

Для дискретной передаточной функции было получено соответствующее разностное уравнение, используемое при программной реализации на ОВЕН ПЛК154.

При сформулированных требованиях к точности в статике и динамике было проведено исследование предложенной системы методом программно-аппаратного моделирования.

Переходные процессы выхода объекта (а) и управления (б) при смене задания регулятору на величину $\Delta t_{\text{зад}} = +2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ показаны на рис. 3. Как видно на рис. 3 замкнутая система с полиномиальным регулятором является ковариантной с задающим воздействием, статическая ошибка отсутствует. Время регулирования $\tau_p \approx 4 \text{ ч}$, что не превосходит заданного значения.

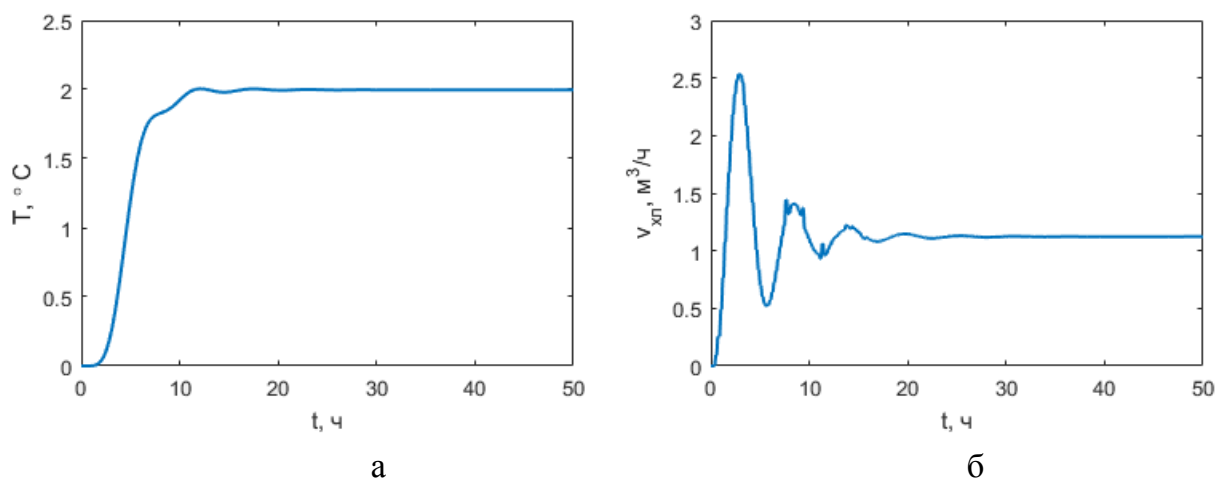


Рис. 3. Исследование замкнутой системы на ковариантность

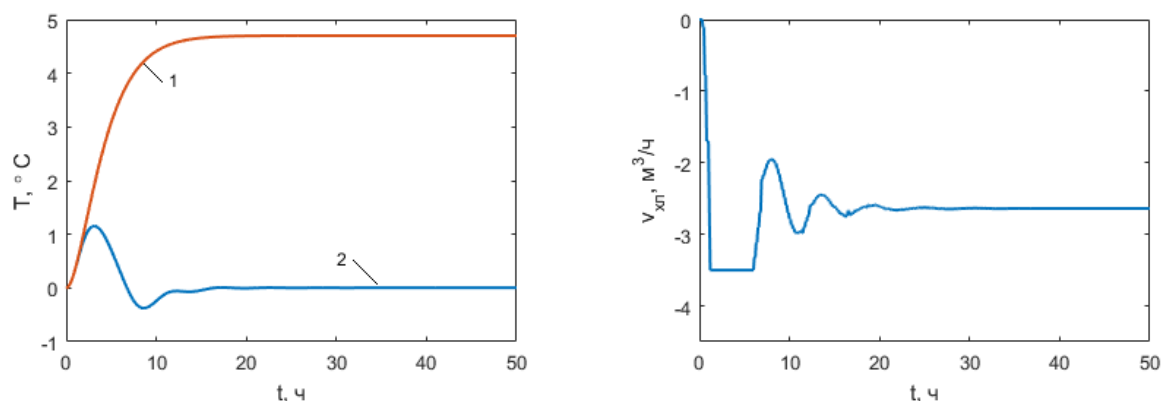


Рис. 4. Исследование замкнутой системы на инвариантность:
1 – объект без регулятора; 2 – замкнутая система

Переходные процессы выхода объекта (а) и управления (б) при действии на объект внешнего возмущения – входная температура теплоносителя – показаны на рис. 4. При проведении моделирования исходная система уравнений была расширена уравнениями, отражающими действие возмущения на объект. Увеличение температуры теплоносителя приводит к выводу реактора на новый стационарный режим, имеющий недопустимо большое отклонение температуры гранул от регламентных значений. Замкнутая система с полиномиальным регулятором характеризуется наличием перерегулирования (динамическая ошибка 1,1 °С), однако статическая ошибка отсутствует. Таким образом, по результатам исследований можно сделать вывод, что предложенная система регулирования является работоспособной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мизеровский Л.Н. Твердофазный синтез полиамида-6 / Л.Н. Мизеровский, Ю.М. Базаров // Хим. волокна. – 2006. - № 4. – С. 40-48.
2. Алексеев Е.А. Моделирование процесса получения полиамида-6 / Е.А. Алексеев, Б.А. Головушкин, А.Н. Лабутин, Е.В. Ерофеева // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2015. – Т.58. – Вып. 1. – С. 65-68.
3. Лабутин А.Н. Синтез алгоритмов управления температурой в реакторе твердофазного дополиамидирования / А.Н. Лабутин, Е.А. Алексеев // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2021. - №3(67). – С. 63-69. DOI:10.6060/snt.20216703.0009.
4. Тютиков В.В. Робастное модальное управление технологическими объектами / В.В. Тютиков, С.В. Тарарыкин – И.: Ивановский гос. Энергетический ун-т им. В.И. Ленина, 2006. – 256 с.
5. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.3: Синтез регуляторов систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 616 с.
6. Мита Ц. Введение в цифровое управление / Ц. Мита, С. Хара, Р. Кондо; пер. с яп. – М.: Мир, 1994. – 256 С.

УДК 543.544.5.068.7

Д. О. Байдина, А. С. Лебедев

Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА СОДЕРЖАНИЯ ПАРАБЕНОВ В КОСМЕТИКЕ МЕТОДОМ ОФ-ВЭЖХ

Аннотация: в ходе работы была предложена методика для определения метил-, этил- и пропил- парабенов в косметике методом ОФ-ВЭЖХ, разработаны оптимальные условия для хроматографического определения. В процессе работы применялся градиентный режим элюирования, что способствовало оптимизации времени анализа и увеличения амплитуды сигналов аналитов. Основываясь на полученных данных валидации можно говорить о соответствии методов предъявляемым требованиям со стороны нормативных документов.

Ключевые слова: эфиры 4-гидроксibenзойной кислоты, высокоэффективная жидкостная хроматография, методика, косметика, парабены, ВЭЖХ.

D. O. Baidina, A. S. Lebedev

DEVELOPMENT OF A TECHNIQUES FOR QUANTITATIVE ANALYSIS OF PARABENS IN COSMETICS BY THE HPLC-UV

Abstract: as a result of the work, method was proposed for the determination of methyl-, ethyl- and propyl- parabens in cosmetics by HPLC-UV. Optimal conditions have been developed for chromatographic determination. In the process work, a gradient elution mode to reduce the analysis time and increase the amplitude of the analyzed substance. Based on the obtained validation data, it can be argued that the methods meet the requirements of regulatory documents.

Keyword: 4-hydroxybenzoic acid esters, high performance liquid chromatography, technique, cosmetic, parabens, HPLC.

Эфиры 4-гидроксibenзойной кислоты широко применяются в косметической промышленности как консерванты. Их обычно используют в продукции с высоким содержанием водной фазы для предотвращения расслоения парфюмерно-косметической продукции. Парабены обладают рядом позитивных качеств, такими как высокая химическая стабильность, устойчивость к гидролизу, стабильный диапазон pH, а также низкая себестоимость [1]. Парабены просты в производстве, эффективны и дешевы, но их безопасность остается спорной. Противоречивое и широкое использование парабенов в косметике [2] делает эту группу соединений особенно интересными с аналитической точки зрения.

В настоящее время существует ряд аналитических подходов, позволяющих проводить анализ парабенов [3-5], но они специализированы под узкие группы исследуемых образцов. В РФ нет официальных нормативных документов на методы контроля содержания парабенов в косметике. Исходя из этого можно сделать вывод, что разработка селективной, чувствительной методики количественного анализа

эфиров 4-гидроксibenзойной кислоты на данный момент актуальна и это стало целью данной работы.

Достижение данной цели требовало решения трех основных задач:

- обеспечение удовлетворительного уровня чувствительности;
- поиск оптимальных условий подготовки для очистки пробы от примесей;
- подбор наиболее благоприятных условий для разделения парабенов и интерферирующих компонентов.

Для более чувствительного определения получение аналитических сигналов проводилось на типичном для парабенов максимуме поглощения. Согласно данным анализа электронных спектров для каждого из анализируемых соединений было показано два пика поглощения: 195 и 254 нм (рис. 1). В качестве измерительной длины волны был выбран канал 254 нм, так как большая часть мешающих компонентов при данной длине волны имела меньшую величину отклика и наблюдался на порядок меньший уровень шума, чем при 195 нм.

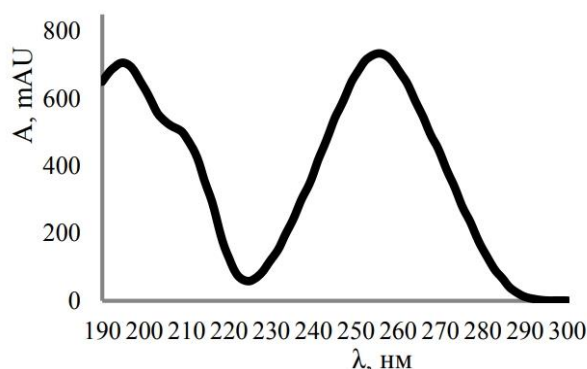


Рис. 1. Типичный УФ-спектр парабенов (метилпарабен)

При подготовке пробы использовалась процедура разбавления для уменьшения матричных влияний, т.к. концентрация парабенов в исследуемых образцах довольно высокая (100-2000 мг/л) [6]. Основным мешающим компонентом являлись присутствующие в косметике поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые образовывали стойкие эмульсии и этим затрудняли жидкостную экстракцию. Удаление ПАВ из образцов проводилось на всех этапах: как на этапе колоночной хроматографии, так и на этапе заключительной экстракции.

Для анализа косметической продукции был выбран вариант градиентного разделения, что обусловлено существенным различием в сорбционной способности метилпарабена и пропилпарабена. При использовании изократического режима в обращено-фазовом исполнении (ацетонитрил – вода соотношении 25:75 по объему) после 50 минут элюирования не удавалось получить сигнал пропилпарабена. При возможном более позднем элюировании пропилпарабена предел обнаружения значительно увеличился бы из-за эффекта колоночного размывания. Таким образом, применение изократического подхода в регулировании состава элюента было нецелесообразным.

Анализ проводился при использовании колонки с обращено-фазовым наполнителем, т.к. сорбционная способность парабенов на неполярных носителях увеличивается с ростом углеродной цепи. В то же время на полярном сорбенте наблюдался обратный эффект. Этот факт учитывался в схеме пробоподготовки колоночной хроматографии для очистки и концентрирования образцов.

Парабены имеют высокий рКа ($>8,2$) [7], поэтому нет необходимости регулировать рН элюента. Кроме того, 4-гидроксibenзойная и 3,4-дигидроксibenзойная кислоты, продукты конверсии парабенов, образующиеся в образце [6], не мешают хроматографическому разделению, поскольку обладают гораздо меньшими поглощающими свойствами, чем аналиты. Используя отношение значений площади пика, измеренных одновременно на двух длинах волн (254 и 230 нм, $n = 12$) в дополнение ко времени удерживания в качестве критериев для идентификации аналита, результаты составили для 4-гидроксibenзойной кислоты $2,87 \pm 0,38$, для метилпарабена $4,62 \pm 0,67$, для этилпарабена $4,42 \pm 0,63$ и $5,05 \pm 0,63$, для пропилпарабена $5,09 \pm 0,72$.

Разработанные методические комплексы были подвергнуты процедуре валидации, данные которой приведены в таблице.

Таблица. Данные валидации

Подготовка	Предел обнаружения методики, мг/кг			Предел количественного определения, мг/кг		
	МП	ЭП	ПП	МП	ЭП	ПП
1	0,296	0,555	0,776	1,013	1,857	2,321
2	0,006	0,015	0,028	0,024	0,044	0,071
3	0,008	0,018	0,029	0,019	0,054	0,073
4	0,007	0,013	0,028	0,024	0,041	0,059
	Предел повторяемости г, %			Степень извлечения аналита из матрицы образца R, %		
1	4,54	4,68	5,14	98	98	97
2	7,46	7,61	6,83	96	94	94
3	6,57	5,91	6,65	80	82	85
4	5,26	6,18	6,15	98	99	99

Пример хроматограммы косметического крема представлен на рис. 2.

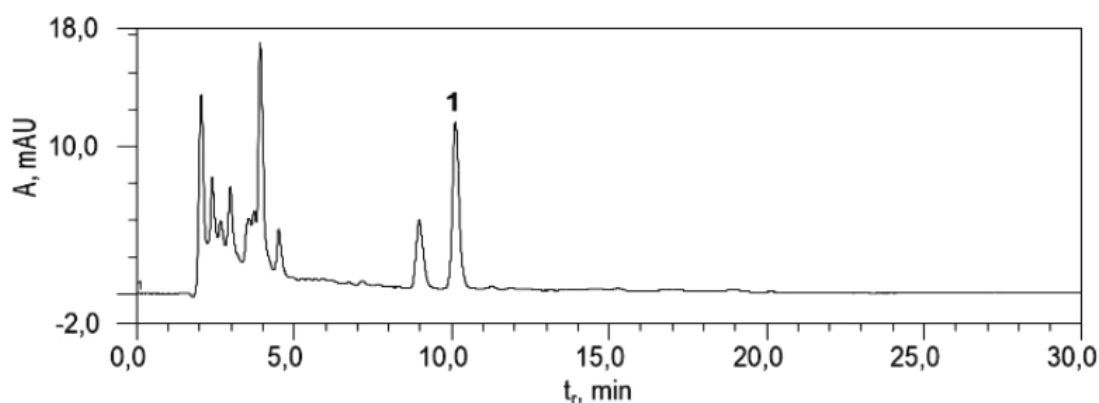


Рис. 2. Хроматограмма косметического крема

Таким образом была разработана методика, позволяющая определять одновременно три представителя эфиров 4-гидроксibenзойной кислоты, а именно метил-, этил-, и пропил- парабены в косметических средствах. Данная методика соответствует следующим критериям: селективности, точности, чувствительности.

Также для реализации данного метода обязательно использование дорогостоящего оборудования и реактивов. Основываясь на данных валидации можно говорить о соответствии методов предъявляемым требованиям со стороны нормативных документов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Uysal U.D.* Determination of Parabens in Pharmaceutical and Cosmetic Products by Capillary Electrophoresis. // *Analytical Chemistry* 2008. V. 63. N. 10. P. 982–986.
2. *Kejlova K., Rucki M., Jirova D.* Health safety of parabens evaluated by selected in vitro. // *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 2023. V. 138
3. *Darbre P.D., Harvey P.W.* Paraben Esters: Review of Recent Studies of Endocrinotoxicity, Absorption, Esterase and Human Exposure, and Discussion of Potential Human Health Risks. // *Appl. Toxicol.* 2008. V. 28. P. 561-578.
4. *Malik A.K., Aulakh J.S., Kaur V.* Capillary Electrophoretic Analysis of Classical Organic Pollutants. // *Methods Mol. Biology* 2016. V. 1483. P. 407–435.
5. *Blanco E., Casais M.C., Mejuto M.C., Cela R.* Combination of off-line solid-phase extraction and on-column sample stacking for sensitive determination of parabens and p-hydroxybenzoic acid in waters by non-aqueous capillary electrophoresis. // *Analytical Chemistry. Acta.* 2009. V. 647. P. 104-111.
6. *Лебедев А.С., Орлов В.Ю., Петров А.С.* Разработка методик количественного анализа эфиров 4-гидроксibenзойной кислоты (парабенов) в продуктах питания, косметике, жидких и таблетированных фармацевтических препаратах методом ОФ-ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием. // *Изв. вузов. Химия и химическая технология.* 2020. Т. 63(1). с. 11–17
7. *Ramirez N., Borrull F., Marce R.M.* Simultaneous determination of parabens and synthetic musks in water by stir-bar sorptive extraction and thermal desorption gas chromatography-mass spectrometry. // *Sep. Sci.* 2012. V. 35. P. 580-588.

УДК 543.421/.424

А. А. Белякова, А. С. Лебедев

Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

ОБНАРУЖЕНИЕ ТИПОВ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ЭФИРНОГО МАСЛА ЛИМОНА МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Аннотация: на сегодняшний день эфирные масла являются неотъемлемой частью рынка продовольственных товаров, находя широкое применение в парфюмерно-косметической, фармацевтической и медицинской областях. В данной статье представлены выявленные методом ИК-спектроскопии среднего диапазона типы фальсификации эфирного масла лимона, как одного из наиболее часто фальсифицируемых продуктов.

Ключевые слова: эфирное масло лимона, фальсификация, ИК-спектроскопия.

A. A. Belyakova, A. S. Lebedev

IDENTIFICATION OF THE TYPES OF FALSIFICATION OF LEMON ESSENTIAL OIL BY MIR SPECTROSCOPY

Abstract: today essential oils are an integral part of the food market having found wide application in the perfumery, cosmetics, pharmaceutical and medical fields. This article presents the main identified types of falsification of lemon essential oil as one of the most susceptible to falsification of the product.

Keywords: lemon essential oil, falsification, IR-spectroscopy.

В современных условиях все более актуальной становится проблема поиска натуральных продуктов, используемых в различных сферах жизни человека, в частности эфирных масел. В настоящее время самым фальсифицируемым видом эфирного масла является лимонное, поскольку оно имеет наибольший спрос на продовольственном рынке в силу своего многофункционального применения. Все чаще прослеживается тенденция частичной или полной замены масла, диспергирование его в воде, а также наличие различных разбавителей и наполнителей, что в той или иной степени влияют на качество продукта [1].

Определение типов фальсификации эфирного масла лимона проводилось методом спектроскопии в средней инфракрасной области с применением корреляционного и функционального анализов. Спектроскопия средней инфракрасной области (MIR-спектроскопия) сочетает в себе несколько преимуществ перед другими методами анализа, таких как отсутствие пробоподготовки и достоверная информация о функциональном анализе, что позволяет применять данный метод в качестве перспективной альтернативы традиционным методам оценки качества производственных товаров [2].

Для получения спектральных данных соблюдались следующие условия: спектральный диапазон составлял $4000-600 \text{ см}^{-1}$ с разрешением сигнала 1 см^{-1} . Получение ИК-спектров проводилось на алмазной приставке УНПВО с фокусирующей линзой из ZnSe. Объем наносимого образца – 20-100 мкл. Корреляционный анализ производился при помощи внутреннего алгоритма Compare программы Spectrum, разработанной компанией Perkin Elmer.

Эфирное масло лимона имеет в своем составе различные компоненты в определенном их соотношении, отклонение от которого указывает на снижение качества масла или же полное его отсутствие. Содержание основных компонентов приведено в таблице [3].

Таблица. Содержание основных компонентов эфирного масла лимона

Наименование компонента	Содержание, %
лимонен	58,6
γ -терпинен	14,8
β -пинен	11,2
цитраль	3,3
β -бисаболен	2,2

Для определения наличия фактов фальсификации в исследуемых коммерческих образцах было необходимо получение референсных данных, на основе которых проводилось бы дальнейшее сравнение. Таким эталоном выступил образец эфирного масла, выделенный методом паровой дистилляции. Его спектральные характеристики, представленные на рис. 1, соотносились с литературными данными [4].

В ходе работы были обнаружены следующие основные типы фальсификации эфирного масла лимона: диспергирование водой, добавление растительного масла, наличие углеводов, присутствие только одного компонента в составе, а также разбавление этиловым спиртом.

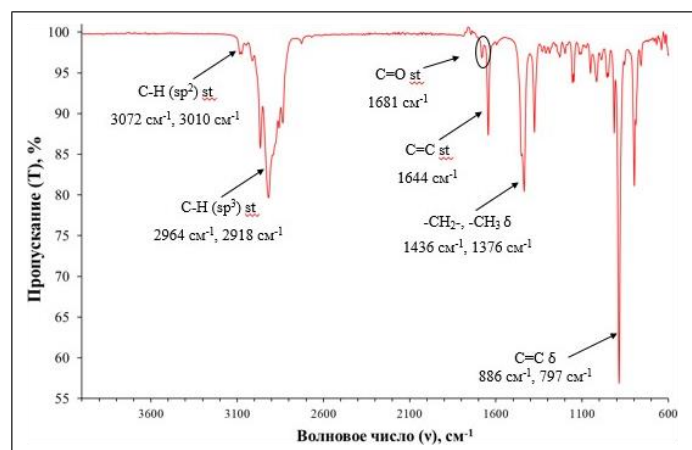


Рис. 1. MIR-спектр эфирного масла лимона, выделенного методом паровой дистилляции

Первым и наиболее распространенным типом фальсификации оказалось диспергирование эфирного масла водой. Судить об этом позволили широкие полосы поглощения гидроксильной группы воды (O-H st – 3700-3100 см^{-1} , O-H δ – 1635 см^{-1}) и отсутствие каких-либо других выраженных полос, относящихся к компонентам эфирного масла лимона (рис. 2).

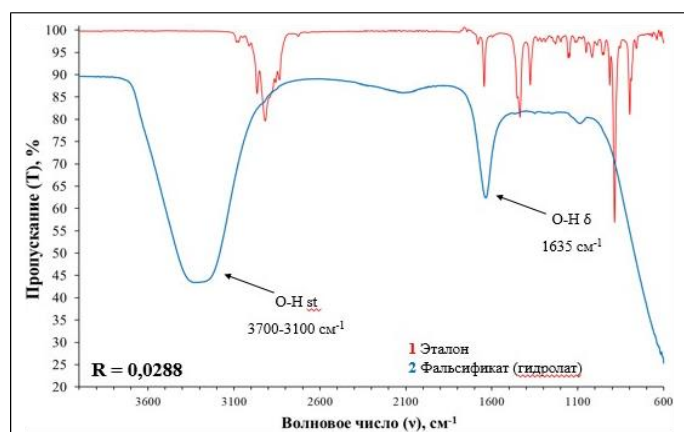


Рис. 2. Сравнение MIR-спектров эталона и диспергированного масла

Также был обнаружен другой тип фальсифицирования эфирного масла – присутствие только одного компонента в составе, в частности D-лимонена. Об этом свидетельствовали сильный пик деформационных колебаний C=C (885 см^{-1} , 796 см^{-1}) и отсутствие цитраля в образце (рис. 3).

Еще одним выявленным типом фальсификатов была замена эфирного масла растительным. Проанализировав спектр, представленный на рисунке 4., пришли к заключению, что в большинстве случаев добавкой выступало подсолнечное масло, что видно по характерным полосам колебания углеродного скелета ненасыщенных кислот, входящих в его состав, валентным колебаниям sp^2 C-H (3009 см^{-1}) заметно более выраженным, чем в случае референса, а также интенсивным полосам C=O st и C-O st, относящимся к сложноэфирной группировке глицеридов (1744 см^{-1} , 1160 см^{-1} соответственно).

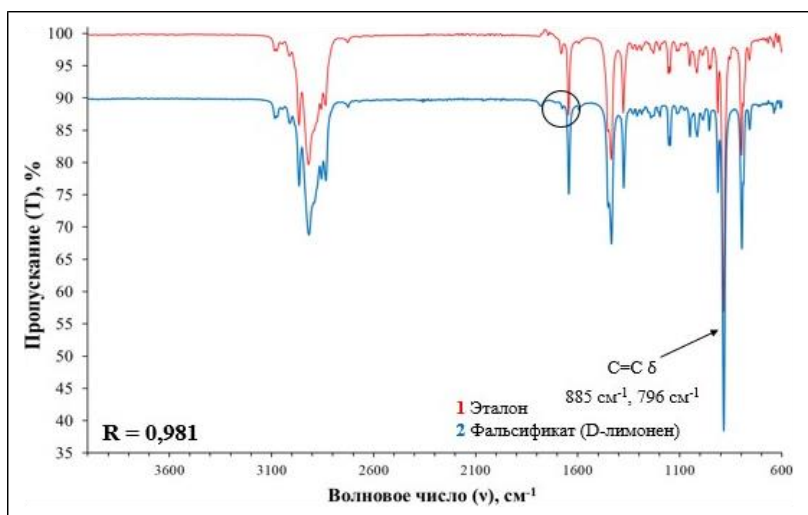


Рис. 3. Сравнение MIR-спектров эталона и фальсификата (D-лимонен)

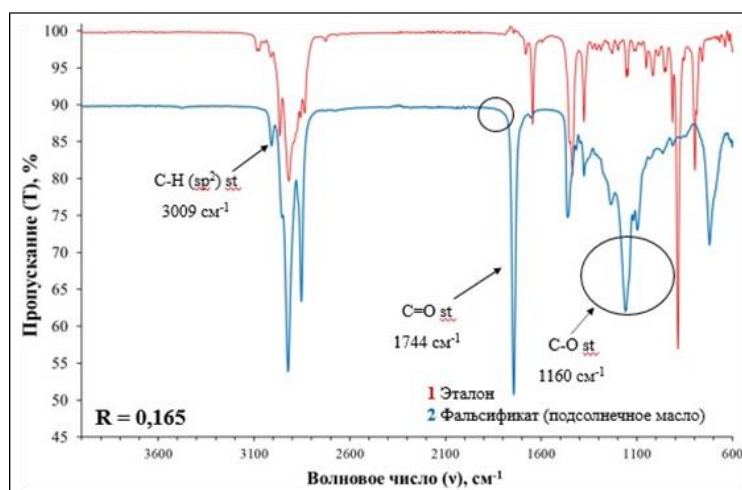


Рис. 4. Сравнение MIR-спектров эталона и фальсификата (подсолнечное масло)

Следующим выявленным типом фальсификации оказалось присутствие в масле длинноцепочечных алканов, что предположительно соответствует вазелиновому маслу, о чём и свидетельствовали характерные сигналы, представленные на рисунке 5.

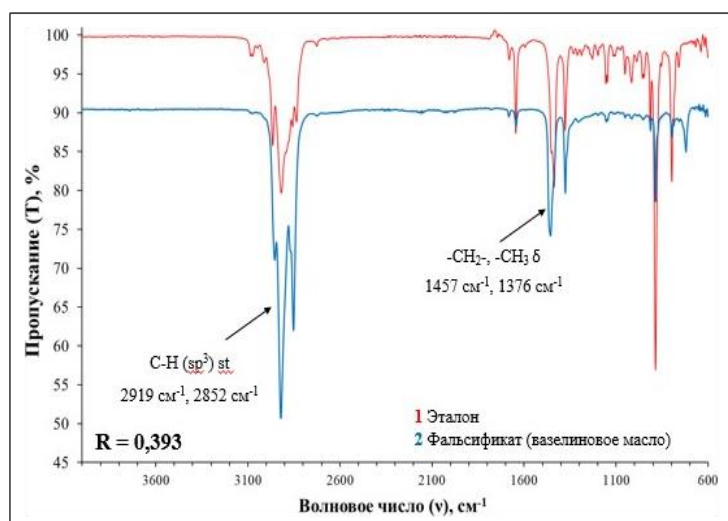


Рис. 5. Сравнение MIR-спектров эталона и фальсификата (алканы)

Последний обнаруженный вариант фальсификации заключался в разбавлении эфирного масла этиловым спиртом. Это дал понять характерный пик гидроксильной группы (O-H st – 3700-3200 cm^{-1}), а также валентное колебание связи C-O (1086-1046 cm^{-1}) и отсутствие полос, характерных для компонентов состава эфирного масла (рис. 6).

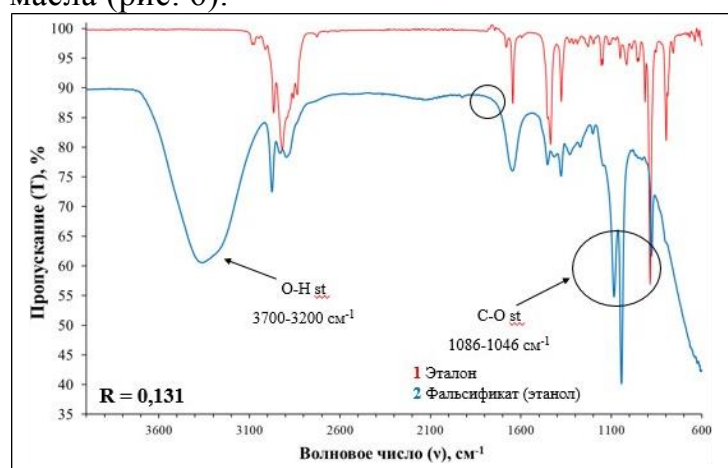


Рис. 6. Сравнение MIR-спектров эталона и фальсификата (этиловый спирт)

Качественный состав коммерческих образцов должен включать следующие основные компоненты: D-лимонен, гамма-терпинен, альфа-, бета-пинены, цитраль. Особый вклад вносит D-лимонен, он преобладает в составе, что характеризуется ярко выраженным пиком. К тому же наличие цитраля в составе, который дает небольшую, но характерную полосу поглощения, говорит о хорошем качестве исследуемого образца [5].

В общей сложности было проанализировано 48 образцов, 28 из которых оказались фальсифицированными.

Таким образом были выявлены основные типы фальсификации эфирного масла лимона методом ИК-спектроскопии, заключающиеся в диспергировании, добавлении растительного масла, наличии углеводов и только одного компонента в составе, а также разбавлении этанолом.

Перспектива дальнейшей работы заключается в расширении набора подлинных (соответствующих качественному составу) коммерческих образцов эфирного масла лимона с целью создания хемометрической модели классификации (SIMCA).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Salgueiro L Martins A. P., Correia H.* Raw materials: the importance of quality and safety // *Flavour and fragrance journal*. – 2010. – Vol. 25. – P. 253- 271.
2. *Su Wen-Hao, Sun Da-Wen* Mid-infrared (MIR) spectroscopy for quality analysis of liquid foods // *Food engineering reviews*. – 2019. – Vol. 11. – № 3. – P. 142-158.
3. *Koshima C. C. et al.* Fractionation of lemon essential oil by solvent extraction: Phase equilibrium for model systems at T = 298.2 K // *The journal of chemical thermodynamics*. – 2012. – Vol. 54. – № 2. – P. 316-321.
4. Эфирные масла и их качество : учеб. пособие / В. С. Паштецкий и др. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2021. – 212 с.
5. *Плугатарь Ю. В.* и др. Компонентный состав эфирного масла в листьях *Citrus Limon (L.) Osbeck* при выращивании в разных условиях // *Субтропическое и декоративное садоводство*. – 2019. – № 70. – С. 167-177.

УДК 678.023:66

Л. И. Бондаренко, О. В. Метелева, Ш. Ш. Иматшоева
Ивановский государственный политехнический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: в статье рассматривается процесс соединения разнородных по свойствам материалов с помощью композиционного клеевого пленочного материала (ККПМ). Целью работы является исследование свойств клеевых соединений разнородных по технологическим свойствам материалов с помощью ККПМ.

Ключевые слова: композиционный клеевой пленочный материал; разнородные по свойствам материалы, клеевое соединение.

L.I. Bondarenko, O.V. Meteleva, Sh. Sh. Imatshoeva

USE OF POLYMER COMPOSITE FOR CONNECTION OF HETEROGENEOUS MATERIALS

Abstract: the process of connecting materials heterogeneous properties using a composite adhesive film material (CAFM) is in the article. The aim of the work is to study the properties of adhesive compounds heterogeneous in technological properties of materials with the help of CAFM.

Keywords: composite of the adhesive film material; properties of heterogeneous materials, adhesive bonding.

Широкое применение в промышленности для изготовления защитных изделий работников опасных и вредных предприятий, силовых структур, спасателей, пожарных и др. находят материалы, которые различаются как по составу, структуре, так и по свойствам (эластичные и неэластичные пленочные материалы, ткани с пленочным покрытием, нетканые материалы, прорезиненные материалы, искусственная кожа).

В литературе и нормативно-технической документации отсутствуют какие-либо сведения или рекомендации по соединению разнородных материалов. При изготовлении определенных видов швейных изделий обязательным требованием является обеспечение герметичности и одновременно прочности ниточных швов.

В настоящее время все более широкое распространение получают компактные средства индивидуальной защиты органов лица и головы фильтрующего типа – самоспасатели, которые предназначены для защиты человека от опасных факторов для безопасной самостоятельной эвакуации из задымленных помещений во время пожара, зон террористических актов и техногенных аварий.

Целью настоящей работы является исследование свойств соединений разнородных материалов, используемых для изготовления бытового самоспасателя с помощью композиционного клеевого пленочного материала (ККПМ).

Как было показано ранее, клеевые соединения, полученные с помощью ККПМ, по сравнению с другими видами неразъемных соединений, имеют ряд преимуществ: возможность эластичного, прочного, надежного соединения различных материалов, как между собой, так и в различных сочетаниях. Клеевой слой пленочного композита находится в вязкотекучем состоянии и при нормальной температуре и способен заполнять микрошероховатости склеиваемых поверхностей.

Для определения оптимальных технологических параметров, обеспечивающих достижение необходимого герметизирующего эффекта при изготовлении защитного изделия, в качестве объектов исследования рассматривались различные виды материалов:

- плащевая ткань с пленочным покрытием М1, искусственная кожа поливинилхлоридная (материал облегченный с пониженной горючестью) М2, прорезиненный материал М3;
- объемный нетканый фильтрующий материал иглопробивной М5, нетканый материал спандбонд, обработанный антипиреном М6 и без обработки М7);
- полиимидная пленка М8, эластичный пленочный материал М9.

С целью выбора оптимальных режимов для соединения разнородных материалов, используемых при разработке защитного изделия, осуществлялась оценка следующих показателей:

- сопротивление расслаиванию с течением времени существования клеевого соединения (C_p);
- адгезионная прочность на сдвиг. Определялось значения силы растяжения в поперечном направлении шва и характер разрушения образца;
- эластичность, то есть способность выдерживать растягивающие нагрузки без нарушения герметичности соединения в продольном направлении.

Согласно полученным экспериментальным данным, было установлено, что для всех исследуемых материалов сопротивление расслаиванию возрастает с увеличением времени существования клеевого соединения. Динамика изменения C_p после формирования клеевого соединения представлена на рисунке.



Рисунок. Динамика изменения C_p после получения клеевого соединения

Как следует из рисунка, в течение 14 дней клей затекает в микровпадины поверхности материалов, повышая площадь контакта. В дальнейшем наблюдается снижение C_p , что вероятно связано с обратным перетеканием клея на подложку, а затем показатель C_p увеличивается. При этом, несмотря на взаимобратные процессы в целом происходит рост C_p во времени. Таким образом, после изготовления перед эксплуатацией изделия минимальный срок необходимый для выдержки образцов составляет 14 дней и с течением времени хранения самоспасателя, прочность швов будет увеличиваться. Как свидетельствуют полученные результаты, наиболее прочные соединения образуют пленочные материалы M6, M7 и материал с пленочным покрытием M1.

С учетом того, что при эксплуатации самоспасатель испытывает растягивающие нагрузки, как в продольном, так и поперечном направлениях, выполнялась оценка прочности швов. В продольном направлении шов, соединяющий фильтр с капюшоном выдерживает значительные нагрузки (28,1...81,67 Н/см), что является важным при надевании самоспасателя. Прочность шва обеспечивают материалы с пленочным покрытием, по ним происходит разрыв. Нетканые материалы (M3, M4) и самоклеящийся пленочный материал испытывают растяжение без разрыва. При этом, использование ниточно-клеевого шва позволяет повысить прочность соединения еще на 23%. В том случае, если капюшон выполнен из полиимидной пленки, то предпочтительным является клеевой способ соединения – перфорация иглой при стачивании снижает прочность материала и шва.

Установлено, что наименее прочное соединение (2,35...3,67 Н/см) в поперечном направлении, а это соединение фильтра (иглопробивной нетканый материал) с капюшоном, где используются материалы с пленочным покрытием. Во

всех этих случаях происходит разрыв нетканого материала, что свидетельствует о том, что шов прочнее материала. С учетом вышеизложенного рекомендуется в фильтрующем пакете снаружи и внутри располагать нетканый материал типа спандбонд с антипиреновой пропиткой (М4), который способен обеспечить повышенные прочностные характеристики шва (в 6,5 раз больше) и одновременно с этим дополнительную фильтрацию вдыхаемого воздуха. При этом ниточно-клеевой шов, используемый для соединения фильтра с капюшоном, позволяет повысить прочность соединения на 17...23%.

Выявлено, что наиболее прочные боковые швы обеспечивают материалы с пленочным покрытием (М1, М2), которые при надевании в основном испытывают продольное растяжение. Вместе с тем, как показали результаты экспериментальных исследований, для полиимидной пленки (М7) эти значения в 3...4 раза меньше. Прочность бокового шва в поперечном направлении имеет значения ниже (16,51...29,32 Н/см), но ее компенсирует достаточная величина прибавки на свободное облегание самоспасателя по обхвату головы, исключая вероятные разрывные нагрузки.

При эксплуатации самоспасателя поперечное растяжение в основном испытывает соединение иллюминатора (М7) с капюшоном. В этом случае прочностные характеристики (27,2...30,4 Н/см) находятся на уровне величин остальных соединений (узлов).

Как было установлено по результатам экспериментальных исследований, швы, в состав которых входили эластичные пленочные материалы (М9 и М10), не подвергались разрушению при заданных нагрузках. Этому способствует высокая эластичность материалов и шва в целом, а также достижение высокой адгезионной прочности.

На основании полученных результатов, для изготовления капюшона самоспасателя были рекомендованы ткани с пленочным покрытием, у которых прочностные характеристики швов выше, чем у полиимидной пленки. Выбранные конструкции обладают (39,5...45 Н/см) в среднем одинаковой прочностью и соответствуют уровню прочностных характеристик аналога (самоспасателя «Феникс»).

Следующим этапом исследований являлось проведение эксперимента по определению наиболее компактной формы при складывании самоспасателя и выбора материала обеспечивающего компактную форму в сложенном виде. Испытанию подвергались исследуемые материалы стандартного формата А4, наиболее приближенного к размерам самоспасателя. В первом варианте испытаний процесс осуществлялся путем многократного поочередного складывания материалов пополам в поперечном и продольном направлении до момента невозможности дальнейшего сложения, во втором случае изделие складывали продольно в 3 слоя, а затем скручивали в поперечном направлении. По результатам проведенных экспериментов было выявлено, что для более тонких материалов (толщиной до 0,45 мм) компактная форма достигается при первом способе складывания, для остальных – при втором. Таким образом, в зависимости от выбора материала капюшона самоспасателя рекомендуется выбирать соответствующий способ складывания.

На основании результатов по оценке физико-механических свойств исследуемых разнородных материалов установлено, что для выполнения деталей основы капюшона наиболее высокие показатели прочности имеют клеевые швы

материалов с пленочным покрытием и пленочные материалы, обеспечивающие соответствие нормативным требованиям к соединениям изделий для самоспасателей.

По результатам проведенных исследований установлено, что для длительного хранения защитного изделия - самоспасателя предпочтение следует отдать полиимидной пленке, способствующей быстрому восстановлению формы изделия и обеспечивающей ему компактные размеры в сложенном виде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соединение защитных материалов при использовании самоклеющегося пленочного материала / Метелева О.В., Сурикова М.В., Коваленко Е.И. // Известия вузов. Технология текст. пром-сти. – 2013. - № 5. – С. 101-104.

2. Пат. 2506296 РФ. Многослойный клеевой материал / Покровская Е.П. (RU), Метелева О.В. (RU), Бондаренко Л.И. (RU), Савченко Т.С. (RU), Зайцева Н.Н. (RU); № 2012107518/05; заявл. 28.02.2012; опубл. 10.02.2014. – Бюл. № 4.

УДК 691:614

Т. Н. Вахнина, И. В. Сусоева, А. В. Зайцев, В. С. Егоров

Костромской государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОРЮЧЕСТИ ТЕРМИЧЕСКИ ТОНКИХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

Аннотация: для снижения горючести древесно-стружечных плит в качестве замедлителя горения использован тригидрат алюминия. Исследовалась степень повреждения образцов по массе при горении в «керамической трубе».

Ключевые слова: горючесть, древесно-стружечные плиты, повреждение по массе, замедлитель горения, гидроксид алюминия.

T. N. Vachnina, I. V. Susoeva, A. V. Zaitsev, V. S. Egorov

INVESTIGATION OF THE FLAMMABILITY CHARACTERISTICS OF THERMALLY THIN PARTICLE BOARDS

Abstract: to reduce the flammability of particle board, aluminum trihydrate was used as a gorenje moderator. The degree of damage to the samples by mass during gorenje in a "ceramic pipe" was investigated.

Keywords: flammability, particle board, damage by weight, flame retardant, aluminum hydroxide.

Древесно-стружечные плиты (ДСтП) являются перспективным конструкционно-отделочным материалом для деревянного домостроения и строительства в целом. Ограничивает применение ДСтП в строительстве их

повышенная горючесть [1]. ДСтП, как и другие материалы на основе древесины, имеют свойство воспламенения и горения при воздействии источника огня [2].

Это обуславливает необходимость применения огнезащитных мероприятий [3–5].

Введение в композицию антипиренов – добавок, замедляющих горение, придает целлюлозосодержащему материалу пониженную горючесть. Использование материалов с пониженной горючестью может предотвратить возникновение пожара, так как воздействие низкокалорийных источников огня на такие материалы не приведет к их возгоранию, а сниженная скорость потери массы при воздействии высококалорийных источников огня позволит замедлить распространение пожара.

Галогеносодержащие антипирены имеют свойство ингибировать активные радикалы $\cdot\text{OH}$ и $\cdot\text{H}$ в газовой фазе и выводить образующиеся продукты из зоны горения. Механизм действия таких антипиренов, как силикаты и алюмосиликаты, бораты металлов, фосфаты, их органические производные, обусловлен влиянием на процесс горения образующихся на поверхности защитных слоев. Эти слои состоят из нелетучих остатков (главным образом – окислов металлов), образующихся при разложении неорганических соединений. Антипирены, которые создают плотные поверхностные защитные слои, формируют физический барьер действию пламени на материал. Это затрудняет диффузию горючих газов в пламя [6]. Соединения фосфора, работая по принципу интумесцентных (вспучивающихся) материалов, формируют коксообразную пену между поверхностью материала и пламенем.

Закономерности перемещения температурного фронта вглубь образца и скорость распространения пламени по поверхности зависят от таких факторов, как толщина образца, его ориентация относительно направления огневого воздействия, термическая толщина, интенсивность теплового потока.

Термическая толщина – это толщина слоя материала, прогретого перед фронтом пламени выше начальной температуры к моменту распространения пламени на данный участок поверхности. Если реальная толщина превышает термическую толщину – материал называют термически толстым, в противном случае – термически тонким. Другими словами, если при тепловом воздействии глубина прогрева меньше физической толщины материала, он является термически толстым.

Температура на поверхности термически толстого материала, противоположной поверхности горения, равна начальной температуре (до огневого воздействия), а в случае термически тонкого – значительно выше. Образцы древесины толщиной более 15...20 мм относятся к термически толстым материалам, с толщиной 1...2 мм – к термически тонким [7].

Промежуточные толщины имеют характеристики горения смешанного типа. Еще более усложняется задача анализа закономерностей горения композитов на основе древесины.

В исследовании авторов были изготовлены семь групп образцов древесно-стружечных плит толщиной 8 мм и 16 мм фенолоформальдегидного связующего (ФФС) и карбамидоформальдегидного связующего (для плит толщиной 16 мм). Для снижения горючести плит использовался тригидрат алюминия $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Массовая доля замедлителя горения варьировалась от 5 до 10 %.

Показатели горючести определялись согласно требованиям ГОСТ 30244–94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть» в установке «керамическая труба» («керамический короб») по ГОСТ Р 53292–2009 [8]. Результаты определения потери массы плит при горении в керамическом коробе представлены в таблице.

Таблица. Показатели плит при горении в керамической трубе

Образец	Масса до горения, г	Масса после горения, г	Температура дымовых газов, °С	Время самостоят. горения, с	Время тления, с	Потеря массы, %
Контрольные, h = 16 мм ФФС без добавок 1.1	44,58	27,83	380	3мин 24с	2 мин	37,57
1.2	46,71	32,30	396	3мин 40с	2 мин	30,85
1.3	48,65	32,76	390	3мин 45с	2 мин 10 с	32,73
Среднее						34,02
Контрольные, h = 16 мм КФС без добавок 2.1	55,95	32,40	439	5мин 35с	2мин 45с	42,09
2.2	52,17	34,08	355	5мин 30с	3мин 30с	34,68
2.3	54,32	33,05	423	5мин 32с	3мин 15с	39,16
Среднее						38,64
Контрольные, h = 8 мм ФФС без добавок 3.1	28,95	8,50	419	5мин 10с	5	70,64
3.2	28,35	8,04	404	5мин 05с	15	71,64
3.3	28,55	8,14	430	5мин 14с	14	71,49
Среднее						71,26
h = 16 мм тригидрат алюминия, 5 % 4.1	48,36	32,57	385	3мин 43с	1мин 20с	32,65
4.2	46,71	32,30	396	3мин 40с	2мин 20с	30,85
4.3	47,74	32,88	347	3мин 08с	1мин 50с	31,13
Среднее						31,54
h = 16 мм тригидрат алюминия, 10 % 5.1	52,55	39,36	220	30	36	25,10
5.2	55,18	40,02	233	28	45	27,47
5.3	53,06	40,28	228	20	35	24,09
Среднее						25,55
h = 8 мм тригидрат алюминия, 5 % 6.1	34,29	10,88	367	5мин 55с	-	68,27

Образец	Масса до горения, г	Масса после горения, г	Температура дымовых газов, °С	Время самостоят. горения, с	Время тления, с	Потеря массы, %
6.2	34,60	11,35	344	5мин 05с	-	67,20
6.3	34,21	12,65	338	6мин 00с	-	63,02
Среднее						66,16
h = 8 мм тригидрат алюминия, 10 % 7.1	33,15	15,62	335	4мин 05с	-	52,88
7.2	34,47	26,53	282	2мин 03с	-	23,03
7.3	34,20	17,11	296	2мин 50с	-	49,97
Среднее						41,96

*[9]: Г1 – слабогорючие имеют температуру дымовых газов не более 135 °С, степень повреждения по длине испытываемого образца не более 65 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 20 процентов, продолжительность самостоятельного горения 0 секунд;

Г2 – умеренногорючие имеют температуру дымовых газов не более 235 °С, степень повреждения по длине испытываемого образца не более 85 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 50 процентов, продолжительность самостоятельного горения не более 30 секунд;

Г3 – нормальногорючие имеют температуру дымовых газов не более 450 °С, степень повреждения по длине испытываемого образца не более 85 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 50 процентов, продолжительность самостоятельного горения не более 300 секунд;

Г4 – сильногорючие имеют температуру дымовых газов более 450 °С, степень повреждения по длине испытываемого образца не более 85 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 50 процентов, продолжительность самостоятельного горения более 300 секунд.

При использовании тригидрата алюминия в качестве замедлителя горения плиты толщиной 16 мм имеют степень повреждения по длине не более 60 %, среднее повреждение по массе 25,55 %. Температура дымовых газов при испытании не превышает 233 °С. Плиты толщиной 8 мм имеют степень повреждения по длине 100 %, среднюю потерю массы при горении на 16 % больше, чем плиты толщиной 16 мм с таким же составом. Для плит толщиной 16 мм добавка 10 % $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ обеспечивает группу горючести материала Г2, а для ДСтП толщиной 8 мм – Г3 [9].

Таким образом, исследование позволило сделать вывод, что для изготовления древесно-стружечных плит, имеющих свойства термически тонких материалов, необходимо увеличение доли добавки замедлителя горения в сравнении с термически толстыми образцами материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонович А. А., Шелоумов А. Н. Снижение пожарной опасности древесных материалов, изделий и строительных конструкций. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2002. – 59 с.

2. Асеева Р. М., Серков Б. Б., Сивенков А. Б., Барботько С. Л., Круглов Е. Ю. Характеристики тепловыделения при горении древесины различных пород и видов // Пожаровзрывобезопасность. 2011. Том 20. № 7. С. 2–8.

3. Иванов Д. В., Петрушева Н. А., Алашкевич Ю. Д. Вопросы снижения пожарной опасности древесноволокнистых плит // Химия растительного сырья. 2015. № 4. С. 111–118. – DOI: 10.14258/jcprm.201504785.

4. Сивенков А. Б. Снижение пожарной опасности материалов на основе целлюлозы : диссертация ... кандидата технических наук : 05.26.03. – Москва, 2002. – 197 с.
5. Демина М.Ю. Технология изготовления огнезащищенных древесностружечных плит: дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2004. – 135 с.
6. Заринов И. И., Вихарева И. Н., Буйлова Е. А., Берестова Т. В., Мазитова А. К. Добавки для понижения горючести полимеров // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2022. № 14 (2). С. 156–161. <https://doi.org/10.15828/2075-8545-2022-14-2-156-161>.
7. Серков Б. Б., Асеева Р. М., Сивенков А. Б. Физико-химические основы горения и пожарная опасность древесины (Часть 1) // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. 2011. Выпуск № 6 (40). С. 1–18.
8. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. М.: Издательство стандартов. 2006. С. 16.
9. Федеральный закон РФ от 22 июля 2008г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». СПС Гарант. 2010. С. 98.

УДК 547.269.352:544.16:544.187:544.12

Л. В. Вирзум¹, Е. Н. Крылов²

¹Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К. Беляева

²Ивановский государственный университет

СИН- И АНТИ-КОНФОРМЕРЫ ЯДЕРНОЗАМЕЩЕННЫХ СУЛЬФАНИЛИДОВ: КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ

Аннотация: расчет молекул ядернозамещенных сульфанилидов на уровне теории DFT M06/6-311++G**(SMD) определил энергии стабилизации син-конформеров относительно их анти-изомеров и зависимости последних от квантово-химических DFT-параметров (эффекта заместителей, электрофильности и жесткости).

Ключевые слова: теория функционала плотности, энергия стабилизации, электрофильность, жесткость.

L. V. Virzum, E. N. Krilov

SYN- AND ANTI-CONFORMERS OF NUCLEO-SUBSTITUTED SULFANILIDES: QUANTUM-CHEMICAL STRUCTURE AND RELATIVE STABILIZATION

Abstract: calculation of molecules of nuclear-substituted sulfanilides at the level of theory DFT M06/6-311++G**(SMD) determined the stabilization energies of syn-conformers with respect to their anti-isomers and the dependence of the latter on quantum-chemical DFT parameters (the effect of substituents, electrophilicity and rigidity).

Keywords: density functional theory, stabilization energy, electrophilicity, rigidity.

Введение

Сульфонамидная группа сульфониламидов (RSO_2NH_2) является ключевым структурным фрагментом этих соединений, который обеспечивает ингибирование изомеров ферментов семейства карбоангидраз (hCA). Различные изомеры (изоцимы) этих ферментов катализируют процессы интерконверсии двуокиси углерода в гидрокарбонат-анион [14], иначе говоря, обратимую реакцию гидратации диоксида углерода (1), протекающую при координации этих реагентов с катионом цинка в активном центре фермента:



Одним из направлений, развиваемых в рамках концептуальной DFT, является теоретическое обоснование и проверка возможности практического применения молекулярных параметров – дескрипторов – для описания реакционной способности, механизмов реакций и структур интермедиатов и переходных состояний [15]. Молекулярные дескрипторы являются численными характеристиками структурных особенностей молекул, отвечающие за проявление определенных химических и физико-химических свойств [18].

Дескрипторы классифицируются на экспериментально измеряемые и рассчитываемые на основе различных теоретических представлений. В принципе дескриптором может быть любая величина, которую можно получить, исходя из структуры химического соединения – молекулярная масса, молекулярный объём, заряды на атомах и т.д. Для предсказания физиологической активности в технологиях QSAR обычно используют дескрипторы, рассчитанные на основе стерических и топологических особенностей структуры, а также электронных эффектов заместителей и липофильности [9].

Для сульфониамидов и их структурных аналогов – сульфанилидов - имеются надежные данные по интенсивности взаимодействия с карбоангидразой при ее ингибировании [17], а также данные по кислотности их по сульфамидной группе [16]. Установлено, что ингибирующая активность обеих групп соединений, определяется в основном кислотностью сульфамидной группы [11], что согласуется с обширным квантово-химическим анализом [1]. Кислотность сульфониламидов в свою очередь определяется величиной молекулярного электростатического потенциала (АЭП) на сульфамидном атоме азота [2, 8].

Экспериментальная часть

Целесообразным представляется квантово-химический расчет структур ряда замещенных сульфанилидов, который может дать возможность определения параметров их молекул, отвечающих, как предполагается, за вышеупомянутое фармакологическое действие – молекулярный электростатический потенциал на атоме сульфамидного азота (V_{esp}), энергии граничных орбиталей, электронный химический потенциал (μ), жесткость (η) и электрофильность (ω) [3], непосредственно связанных с их кислотностью [2], которая определяет их ингибирующую способность [8]. Известно, что сульфониламиды реагируют с каталитическим узлом карбоангидраз (катионом цинка) в анионной форме [1, 7].

Расчет структур замещенных ароматических сульфанилидов $\text{NH}_2\text{PhNHSO}_2\text{PhX}$ осуществлен программным комплексом ADF 2014.04 [4] на уровне теории DFT M06/6-311++G** [20] с учетом неспецифической сольватации в среде H_2O (по аналогии с расчетами работы [6]) в рамках метода SMD [12] (табл.) без ограничений по типу симметрии. Такой метод позволяет рассчитать энергии сольватации с «химической» точностью (0.6 – 1.0 ккал/моль) [13], что важно при учете влияния среды. Расчет зарядов проведен в схеме Хиршфельда, заряды в которой хорошо физически обоснованы [10].

Квантово-химические дескрипторы реакционной способности (электронный химический потенциал μ , жесткость η , электрофильность ω) рассчитаны по соотношениям (2 – 4) в соответствии с теорией концептуальной DFT [3]. Все эти величины приведены в eV. Энергии HOMO, LUMO (2 – 4) - в единицах Hartree.

$$\mu = 0.5 \cdot 27.2116 \cdot [E(\text{LUMO}) + E(\text{HOMO})] \quad (2)$$

$$\eta = 0.5 \cdot 27.2116 \cdot [E(\text{LUMO}) - E(\text{HOMO})] \quad (3)$$

$$\omega = 0.5 \cdot \mu^2 / \eta \quad (4)$$

Замещенные сульфанилиды $\text{NH}_2\text{PhNHSO}_2\text{PhX}$ имеют две весьма близкие по энергии конформации, одна из которых близка по строению почти к плоской (анти-конформер), а другая – несколько более устойчивая - как бы свернута (син-конформер) вследствие π - π -взаимодействия сближенных ароматических колец [19].

Обнаружено, что син-конформеры стабилизированы электронодонорным эффектом заместителей за счет усиления π - π -взаимодействие между ароматическими кольцами, как это можно показать на примере данных для $\text{HPhNHSO}_2\text{PhY}$ (табл., рис. 1, соотношение 5). Примеры структур син- и анти-конформеров приведены на рис. 2, 3.

**Таблица. Квантово-химические параметры $\text{HPhNHSO}_2\text{PhY}$ в среде H_2O
Син-конформеры. $E_{\text{tot}}(\text{анти-})$ – для анти-конформеров**

Y	- μ	η	ω	$\sigma(\text{п-})$	- E_{tot} **)	- $E_{\text{tot}}(\text{анти-})$	ΔE *)
H	4.2358	2.9144	3.0781	0.0	1066.780738	1066.775530	3.27
4-OMe	4.0630	2.9707	2.7784	-0.268	1181.249238	1181.241976	4.56
4-Me	4.1955	2.9535	2.9798	-0.117	1106.053549	1106.046972	4.13
4-F	4.2336	2.9489	3.0389	0.062	1166.029855	1166.024511	3.35
4-Cl	4.3250	2.8365	3.2973	0.227	1526.383377	1526.378235	3.23
4-Cl	4.3258	2.8374	3.2976	0.227	1526.383377	1526.378235	3.23
4-Br	4.3574	2.8243	3.3614	0.232	3640.211470	3640.206048	3.20
3-Br	4.3521	2.8228	3.3549	0.391	3640.210339	3640.205792	2.85
3-NO ₃	5.1404	2.0998	6.2920	0.778	1271.248947	1271.246085	1.80

Примечание. *) ккал/моль. **) Общие энергии E_{tot} , $E_{\text{tot}}(\text{анти-})$ – Hartree, μ , η , ω – eV.

Данные расчета указанных структур по геометрии, энергетике и другим величинам достаточно близки к литературным кристаллографическим параметрам [5].

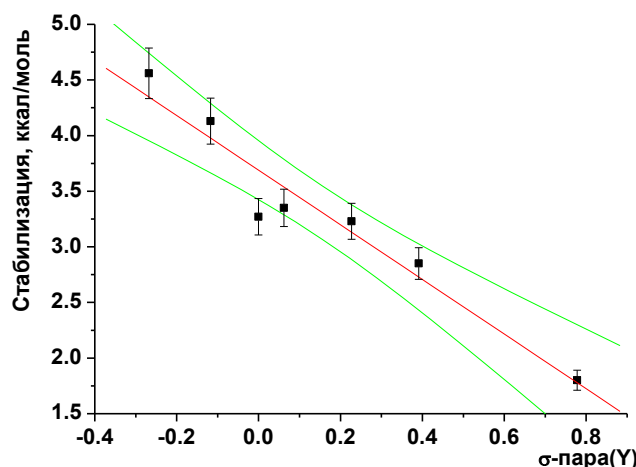


Рис. 1. Стабилизация (2) син-конформеров сульфанилидов как функция электронного эффекта заместителей

$$\Delta E = (3.689 \pm 0.103) - (2.456 \pm 0.288) \cdot \sigma(\text{para-Y}), R = -0.967, SD = 0.247, N = 7, P = 0.00036 \quad (5)$$

Энергия стабилизации обратно пропорциональна (6) электроноёмкости (электрофильности) молекул сульфанилидов, что соответствует физическому смыслу параметра электрофильности, и пропорциональна (7) квантово-химической жесткости молекул, что согласуется с представлением о жесткости как устойчивости энергии системы при изменении заряда. Аналогичная антибатная зависимость наблюдается и для энергии стабилизации как функции электронного химического потенциала, (8) представляющего собой электроотрицательность с обратным знаком

$$\Delta E = (10.925 \pm 1.605) - (2.365 \pm 0.509) \cdot \omega, R = -0.885, SD = 0.286, N = 8, P = 0.0035 \quad (6)$$

$$\Delta E = (-16.693 \pm 6.318) + (6.983 \pm 2.187) \cdot \eta, R = 0.793, SD = 0.373, N = 8, P = 0.00188 \quad (7)$$

$$\Delta E = (25.403 \pm 4.013) - (5.146 \pm 0.94) \cdot \mu, R = -0.913, SD = 0.250, N = 8, P = 0.0016 \quad (8)$$

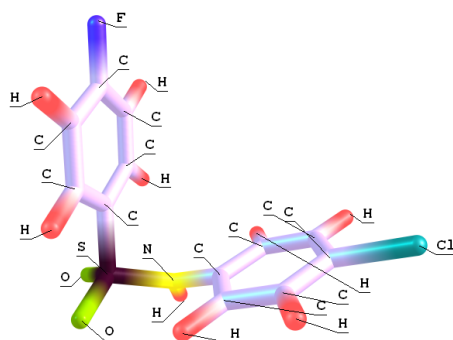


Рис. 2. Структурная модель молекулы син-4-хлор-4'-фторбензолсульфанилида (ChemCraft v. 1.6, build 315 [7]).

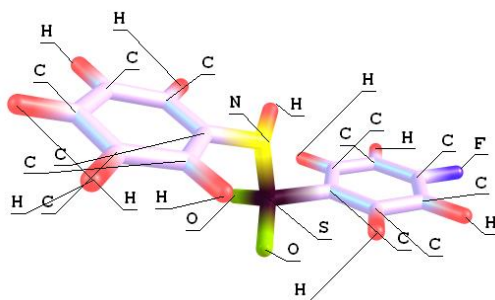


Рис. 3. Анти-конформер 4'-фторбензолсульфанилида

Перспективы развития материала

Полученные при расчете данные впоследствии будут использованы для квантово-химического анализа взаимодействия сульфанилидов и α -карбоангидраз hCA при их ингибировании в соответствии с представлениями [14, 15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крылов Е.Н., Вирзум Л.В. Квантово-химический анализ взаимодействия алкиларилсульфонамидов с α -карбоангидразой hCA II. // Бутлеровские сообщения. 2021. Т. 66. № 5. С. 11 – 24.
2. Крылов Е. Н., Вирзум Л. В. Кислотность арилсульфониламидов как функция квантово-химических параметров атома сульфамидного азота // Известия Академии наук. Серия химическая. 2019. № 3. С. 527 – 531.
3. A matter of density. Exploring the electron density concept in the chemistry, biological and materials sciences / Sukumar N., Ed. Hoboken: Wiley J. and Sons Inc. 2013. 318 p.
4. Baerends E.J., et al. ADF2014. SCM. Theoretical Chemistry. Vrije Universiteit. Amsterdam. The Netherlands. 2014. <http://www.scm.com>. Посл. обр. 12.02.2023.
5. Chaithanya U., Foro S. Gowda B.T. N-(2,5-Dimethylphenyl)-2-nitrobenzenesulfonamide. // Acta Cryst. 2012. Structure Reports. Section E68. o3426. doi:10.1107/S1600536812047630.
6. Ghiasia M., Kamalinahada S., Arabieh M, Zahedi M. Carbonic anhydrase inhibitors: A quantum mechanical study of interaction between some antiepileptic drugs with active center of carbonic anhydrase enzyme. // Comput. Theor. Chem. 2012. Vol. 992. P. 59 – 69.
7. <https://www.chemcraftprog.com>. Посл. обр. 13.02.2023.
8. Kimura E. Model Studies for Molecular Recognition of Carbonic Anhydrase and Carboxypeptidase /// Acc. Chem. Res. 2001. Vol. 34. N 2. P. 171 - 179.
9. Kubinyi H. QSAR: Hansch analysis and related approaches. N.-Y.: Wiley-VCH. 1993. 240 p.
10. Liu S.-B. Conceptual density functional theory and some recent developments. // Acta Phys.-Chim. Sin. 2009. Vol. 25. N 3. P. 590 – 600.
11. Maren T. H., Conroy C. W. A New Class of Carbonic Anhydrase Inhibitor // J. Biol. Chem. 1993. Vol. 268. N. 35. P. 26233 – 26239.
12. Marenich A. V., Cramer C. J. Truhlar D. G. Universal Solvation Model Based on Solute Electron Density and on a Continuum Model of the Solvent Defined by the Bulk

Dielectric Constant and Atomic Surface Tensions. // J. Phys. Chem. B 2009. Vol. 113. N 18. P. 6378 – 6396.

13. *Mennucci, B., Cammi R.* Continuum Solvation Models in Chemical Physics. John Wiley & Sons. 2008. P. 65 - 80.

14. *Supuran C.T.* Advances in structure-based drug discovery of carbonic anhydrase inhibitors. // Exp. Op. on drug disc.. 2017. Vol. 12. N 1. P. 61 – 88.

15. Theoretical aspects of chemical reactivity. / Toro-Labbe A., Ed. Oxford: Elsevier. 2007. 322 p.

16. *Thakur A.* QSAR study on benzenesulfonamide dissociation constant pKa: physicochemical approach using surface tension. // ARKIVOC. 2005. P. 49 - 58.

17. *Thakur A., Thakur M., Khadikar P.V.* QSAR study on inhibition of E. Coli by sulfonamides. // ARKIVOC. 2006. P. 87 – 102.

18. *Todeschini R. Consonni V.* Molecular descriptors for chemoinformatics. Vol. 41. / Mannhold R., Kubinyi H., Timmerman H., Ed. 2nd, Revised and Enlarged Edition. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 2009. 1257 p.

19. *Velraja G., Soundharam S.* // J. Mol. Struct. 2014. Vol. 1074. Iss. 9. P. 475 – 486. DOI:10.1016/J.MOLSTRUC.2014.06.003 Corpus ID: 95669773.

20. *Zhao, Y. Truhlar, D.G.* The M06 suite of density functionals. // Theor. Chem. Acc. 2008. Vol. 120. P. 215 – 241. DOI 10.1007/s00214-007-0310-x.

УДК 699.87+666.3-13

Ю. С. Духова^{1,2}, Е. П. Гришина^{2,3}

¹Ивановский государственный политехнический университет

²Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

³Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ДИОКСИДА ТИТАНА

Аннотация: изучена проблема коррозии металлов, проведен анализ литературы по применению керамических нанокompозитных покрытий для защиты конструкционных металлов от коррозии. Рассмотрены перспективы применения защитных пленок на основе наночастиц диоксида титана (TiO₂), обладающих антикоррозионными свойствами.

Ключевые слова: коррозия металлов, керамические нанокompозитные покрытия, наночастицы TiO₂.

Yu. S. Duhova, E. P. Grishina

ANTICORROSIVE CERAMIC COATINGS BASED ON NANOSTRUCTURED TITANIUM DIOXIDE

Abstract: in this work the problem of corrosion of metals was studied, the analysis of literature on the application of ceramic nanocomposite coatings to protect structural metals from corrosion was carried

out. The prospects of application of protective films based on titanium dioxide (TiO_2) nanoparticles with anti-corrosion properties were considered.

Key words: metal corrosion, ceramic nanocomposite coatings, TiO_2 nanoparticles.

Коррозия является одной из областей исследований, которая привлекает внимание ученых на протяжении многих лет. Она признана проблемой, вызывающей деградацию, разрушение и серьезные аварии и опасности на многих промышленных объектах и бытовых системах [1]. Коррозия - разрушение металлов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с коррозионной средой [2]. Ущерб от коррозии, с точки зрения экономических аспектов, включает в себя затраты на ремонт и техническое обслуживание, потери материалов, повреждение оборудования, снижение эффективности и полезного или продуктивного срока службы. Кроме того, ущерб от коррозии имеет и социальные последствия, такие, как воздействие на безопасность (причина пожаров, взрывов, выбросов токсичных продуктов), а также экологические последствия - воздействие на здоровье живых организмов и окружающую среду, истощение ресурсов и т.д. [1]. Поэтому очень важно минимизировать ущербы, которые возникают вследствие коррозионных процессов.

Коррозия может быть предотвращена несколькими путями: выбор материала, регулирование условий окружающей среды, катодная защита и модификация поверхности [3].

Эффективным методом снижения коррозии является применение керамических нанокомпозитных покрытий, активно разрабатываемых в последнее время. Такие покрытия обладают хорошими электро- и теплоизоляционными свойствами, они устойчивы к окислению, коррозии, эрозии и износу. Также керамические нанокомпозитные покрытия являются экологически безопасными и используются, например, в биомедицине для производства имплантатов, обеспечивая повышение биосовместимости и жизнеспособности клеток [4]. Наиболее распространенными керамическими материалами являются оксиды, нитриды и карбиды металлов. Керамические оксидные покрытия обладают преимуществами перед металлическими или органическими, они обеспечивают лучшую антикоррозионную защиту даже при меньшей толщине, благодаря своей более высокой твердости и прочности.

В данной работе проведен анализ научной литературы по применению керамических покрытий на основе наноструктурированного диоксида титана, способных эффективно защищать конструкционные металлы от коррозии.

Диоксид титана TiO_2 – это керамический материал с уникальными химическими и физическими характеристиками, включая самоочистку, защиту от ультрафиолета (УФ), высокий коэффициент преломления, фотокаталитическую активность, высокую абразивную и коррозионную стойкость [1]. Исследователями уделяется большое внимание получению пленок на основе диоксида титана, обладающих противокоррозионными свойствами. Покрытия могут быть получены напылением [5], методом химического осаждения из паровой фазы [6], реактивным импульсным лазерным осаждением [7], методом лазерной молекулярно-лучевой эпитаксии [8] и золь-гель методом [4, 9-12].

Золь-гель метод имеет явные преимущества перед другими методами благодаря отличному контролю состава, однородности на молекулярном уровне за счет смешивания жидких малотоксичных прекурсоров и более низкой температуре

кристаллизации. Более того, микроструктура осажденной пленки, т.е. размер пор, объем пор и площадь поверхности, в золь-гель процессе может быть изменена путем управления параметрами процесса [9]. Золь-гель методом наноструктурированный TiO_2 наиболее часто получают с использованием в качестве прекурсора тетра-н-бутил ортотитанат ($\text{C}_{40}\text{H}_{90}\text{O}_{13}\text{Ti}_4$), в качестве хелатирующего агента – этилацетоацетат ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_3$), в качестве растворителя используемых реагентов – абсолютный этанол ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) [9-12]. Золь диоксида титана получают, смешивая реагенты в абсолютном этаноле, при комнатной температуре. После чего проводят реакцию гидролиза путем капельного добавления деионизированной воды к приготовленному раствору при перемешивании.

Подготовка поверхности перед нанесением на нее защитных покрытий является одним из ключевых факторов для обеспечения последующих защитных свойств покрытия, а ее сложность и стадийность зависит от химической природы покрываемого металла. В основном это делается для создания эффективной адгезии между покрытием и подложкой. Подготовка поверхности металла обязательно включает в себя механическую очистку, очистку от жировых загрязнений, оксидных пленок, грязи, ржавчины и т.д. [13]. Так, в работах [10, 12] перед нанесением покрытия TiO_2 подготовка подложки из низкоуглеродистой стали осуществлялась в следующей последовательности: сначала проводилась полировка с использованием суспензии оксида алюминия, далее образцы очищались ацетоном, а затем ультразвуком в этаноле. В работе [4] образцы из нержавеющей стали типа 316L были механически отполированы бумагой из карбида кремния, затем тщательно промыты проточной дистиллированной водой, обезжирены ультразвуком с ацетоном и высушены. Иногда процесс подготовки поверхности с целью повышения адгезии покрытия может быть более сложным. Например, в работе [11] перед нанесением TiO_2 покрытия на изделия из алюминия проводили отжиг (3 ч при $500\text{ }^\circ\text{C}$) с естественным охлаждением для снятия механических напряжений; последовательное полирование поверхности бумагой из карбида кремния и алмазными пастами; промывку в деионизированной воде; травление в 1М NaOH (1 мин при $60\text{ }^\circ\text{C}$); нейтрализацию избытка щелочи в 1М HNO_3 (1 мин); промывку в деионизированной воде; сушку в потоке азота.

Не менее важным в технологическом процессе получения антикоррозионного покрытия является способ нанесения слоя TiO_2 на металлическую поверхность: окунание, спин-покрытие, нанесение с помощью кисти или валика, распыление и электроосаждение. Наиболее распространенным и часто применяемым способом является окунание изделия в коллоид, содержащий гидратированный диоксид титана [4, 9-12, 14, 15]. Обычно этот процесс осуществляется следующим образом: подготовленные металлические подложки окунают в полученный золь/гель с определенной скоростью погружения, затем извлекают с той же скоростью при комнатной температуре, после чего образцы подвергают сушке, температура которой может достигать $150\text{ }^\circ\text{C}$. Для формирования многослойного покрытия данную процедуру повторяют. Финальной стадией является отжиг, температура которого составляет обычно $450\text{--}550\text{ }^\circ\text{C}$. На выходе получают однородные, равномерные, без трещин и оптически прозрачные покрытия толщиной порядка $450\text{--}700\text{ нм}$.

Для анализа состава и свойств покрытия широко применяются различные спектроскопические методики: рамановская спектроскопия, ИК-спектроскопия, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия. Коррозионные процессы, развивающиеся на металле под защитным покрытием или в его порах, исследуют с

помощью электрохимической импедансной спектроскопии. Также проводится оценка адгезии и поляризационного поведения металла с покрытием. Результаты показывают, что исследуемые защитные покрытия на основе диоксида титана имеют высокую коррозионную стойкость и могут быть использованы в качестве кандидатов для защиты от коррозии различных металлов. Так, в работе [9] с помощью поляризационных измерений было установлено, что низкоуглеродистая сталь с покрытием из наночастиц TiO_2 обладает повышенной устойчивостью к коррозии, при этом плотность анодного тока (j_{corr}) снизилась с 18,621 до 0,174 $\text{мкА} \cdot \text{см}^{-2}$, а поляризационное сопротивление (R_p) возросло до $3,39 \cdot 10^5 \Omega \cdot \text{см}^2$. В работе [10] было показано, что после нанесения покрытия из наночастиц TiO_2 на нержавеющую сталь 316L потенциал коррозии сдвигается в положительную сторону, плотность анодного тока уменьшается на 3 порядка ($j_{\text{corr}} = 1,05 \cdot 10^{-4} \text{мкА} \cdot \text{см}^{-2}$), а коррозионная стойкость увеличивается более чем в 100 раз ($R_p = 7,31 \cdot 10^7 \Omega \cdot \text{см}^2$) по сравнению со сталью без покрытия. В работе [12] поляризационное сопротивление низкоуглеродистой стали с покрытием из наночастиц TiO_2 составило $3,19 \cdot 10^7 \Omega \cdot \text{см}^2$.

Анализ литературных данных показал, что технология получения качественных наноструктурированных TiO_2 покрытий на различных металлах с использованием золь-гель процесса, является актуальной темой научных исследований, так как такие покрытия более устойчивы к окислению, коррозии, эрозии, износу и обладают повышенной механической прочностью, а технология является доступной и экологичной. Особое внимание уделяется тщательной физико-химической подготовке покрываемой поверхности с целью обеспечения высокой адгезии покрытия, а используемый исследователями набор современных инструментальных методов оценки коррозионной стойкости металлов с покрытием позволяет оптимизировать технологию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Abdeen D.H., Hachach M.E., Koc M. et al. Review on the Corrosion Behaviour of Nanocoatings on Metallic Substrates // Mater. 2019. V. 12, № 210. 42 p. doi:10.3390/ma12020210.*
2. ГОСТ 9.106-2021. Единая система защиты от коррозии и старения. Коррозия металлов. Термины и определения. М: Росстандарт, 2022. 11 с.
3. *Lynsey H. Anti-Corrosive Nanocoatings [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nanografi.com/blog/anticorrosive-nanocoatings/>, свободный. – (дата обращения: 02.03.2023).*
4. *Balamurugan A., Kannan S., Rajeswari S. Evaluation of TiO_2 coatings obtained using the sol–gel technique on surgical grade type 316L stainless steel in simulated body fluid // Mater. Lett. 2005. V. 59 (24-25). P. 3138–3143. doi:10.1016/j.matlet.2005.05.036.*
5. *Chow L.L.W., Yuen M.M.F., Chan P.C.H. et al. Reactive sputtered TiO_2 thin film humidity sensor with negative substrate bias // Sens. Actuators B: Chemical. 2001. V. 76 (1-3). P. 310–315. doi:10.1016/s0925-4005(01)00602-5.*
6. *Kruth A., Peglow S., Quade A. et al. Structural and Photoelectrochemical Properties of DC Magnetron-Sputtered TiO_2 Layers on FTO // J. Phys. Chem. C. 2014. V. 118 (43). P. 25234–25244. doi:10.1021/jp507487c.*
7. *Fusi M., Russo V., Casari C.S. et al. Titanium oxide nanostructured films by reactive pulsed laser deposition // Appl. Surf. Sci. 2009. V. 255 (10). P. 5334–5337. doi:10.1016/j.apsusc.2008.06.206.*

8. Guo W., Ji D.X., Yuan Z.S. et al. Epitaxial growth of bronze phase titanium dioxide by molecular beam epitaxy // AIP Advances. 2019. V. 9 (3). P. 035230. doi:10.1063/1.5089906.
9. Shanaghi A., Sabour A.R., Shahrabi T. et al. Corrosion protection of mild steel by applying TiO₂ nanoparticle coating via sol-gel method // Prot. Met. 2009. V. 45 (3). P. 305–311. doi:10.1134/s2070205109030071.
10. Shen G.X., Chen Y.C., Lin C.J. Corrosion protection of 316L stainless steel by a TiO₂ nanoparticle coating prepared by sol-gel method // Thin Solid Films. 2005. V. 489 (1-2). P. 130–136. doi:10.1016/j.tsf.2005.05.016.
11. Liu T. Structure stability and corrosion resistance of nano-TiO₂ coatings on aluminum in seawater by a vacuum dip-coating method // Surf. Coat. Technol. 2010. V. 205, № 7. P. 2335–2339. doi:10.1016/j.surfcoat.2010.09.028.
12. Shanaghi A., Sabour R., Tabatabaei A. et al. An experimental investigation of corrosion resistance of mild steel by sol-gel process using TiO₂ nanostructure coating and prediction of optimal parameters // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part N: J. Nanoeng. Nanosyst. 2013. V. 227, № 2. P. 105–111. doi:10.1177/1740349912464930.
13. Jamali S.S., Mills D.J., Mabbutt S. et al. Effect of Surface Preparation on Protective Efficiency of Organic Coatings // EUROCORR 2011. 2011. P. 10.
14. Nazeri A., Trzaskoma-Paulette P.P., Bauer D. Synthesis and Properties of Cerium and Titanium Oxide Thin Coatings for Corrosion Protection of 304 Stainless Steel // J. Sol-Gel Sci. Technol. 1997. V. 10, № 3. P. 317–331. doi:10.1023/a:1018381503008.
15. Berbel L., Pinto R., Banczek P. et al. Aluminum Coating Obtained through the Sol-Gel Method to Protect Metallic Surfaces against Corrosion // Mater. Sci. Forum. 2014. V. 805. P. 190–195. doi:10.4028/www.scientific.net/msf.805.190.

УДК 66.03

В. Н. Исаев

Ивановский государственный химико-технологический университет

ТЕРМИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ И ЭМАЛИРОВАННЫХ ЕМКОСТНЫХ РЕАКТОРОВ С ГЛАДКОЙ РУБАШКОЙ

Аннотация: приведен анализ термических сопротивлений теплопередачи стандартных емкостных реакторов с гладкой рубашкой объемами от 0,4 до 25 м³ с целью моделирования процесса охлаждения.

Ключевые слова: охлаждение, теплопередача, термические сопротивления, реактор, рубашка.

V. N. Isaev

THERMAL RESISTANCES OF STEEL AND ENAMELLED CAPACITIVE REACTORS WITH A SMOOTH JACKET

Abstract: the analysis of thermal resistances of heat transfer of standard capacitive reactors with a smooth jacket with volumes from 0,4 to 25 m³ is presented in order to simulate the cooling process.

Keywords: cooling, heat transfer, thermal resistances, reactor, jacket.

Емкостные стальные и эмалированные реакторы периодического действия являются наиболее распространенными аппаратами, в которых осуществляются многие технологические процессы. Наиболее актуальным из них является процесс охлаждения, особенно если в обрабатываемых средах могут возникать значительные тепловые эффекты, определяющие как качественные показатели получаемого продукта, так и промышленную безопасность производства.

Тепловой расчет таких емкостных аппаратов периодического действия с гладкими рубашками и с механическими мешалками должен включать совместное решение следующих задач:

- описание теплопереноса от перемешиваемой среды к внутренней стенке аппарата;
- решение краевой задачи теплопроводности для цилиндрической стенки с граничными условиями 3 рода, изменяющимися во времени;
- описание теплопереноса от наружной поверхности стенки реактор к теплоносителю, движущемуся в рубашке аппарата.

Причем решения 1 и 3 задач должны учитывать модель структуры потока в этих элементах аппарата [1].

Перенос теплоты к внутренней поверхности аппарата описывается обыкновенным дифференциальным уравнением первого порядка:

$$M \cdot C \frac{dt_{\text{ж}}(\tau)}{d\tau} = \alpha_1 F(t_{\text{ж}}(\tau) - t_{\text{ст.вн}}) \quad (1)$$

где M , C , $t_{\text{ж}}$ – масса (кг), теплоемкость (Дж/кг К), температура (°C) среды в реакторе; α_1 – коэффициент теплоотдачи от жидкости к внутренней поверхности аппарата, (Вт/м² К); F – площадь поверхности теплопереноса, м²; $t_{\text{ст.вн}}$ – температура внутренней поверхности аппарата, °C.

Постановка решения краевой задачи теплопроводности для цилиндрической стенки быть представлена системой уравнений (2-7):

$$\frac{\partial t(x, r, \tau)}{\partial \tau} = a \left[\frac{\partial^2 t(x, r, \tau)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t(x, r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t(x, r, \tau)}{\partial r} \right], \quad (2)$$

$$t(x, r, 0) = t_0, \quad (3)$$

$$t(0, r, \tau) = t_{\text{вх}}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial t(l, r, \tau)}{\partial x} = 0, \quad (5)$$

$$-\lambda \frac{\partial t(x, R_0, \tau)}{\partial r} = \alpha_1 [t_{\text{ж}}(\tau) - t(x, R_0, \tau)], \quad (6)$$

$$-\lambda \frac{\partial t(x, R_1, \tau)}{\partial r} = \alpha_2 [t(x, R_1, \tau) - t_{\text{т}}(x, \tau)], \quad (7)$$

где $l \geq x \geq 0$ – координатная ось, направленной по оси аппарата, м; l , R_0 , R_1 – высота, внутренний и наружный радиус цилиндрической стенки, м; $R_0 \geq r \geq R_1$ – координатная ось, направленная по радиусу цилиндрической обечайки с началом координат в центре ее нижнего сечения; t_0 и $t_{\text{вх}}$ – начальная температура среды в реакторе и постоянная температура охлаждающего теплоносителя на входе в рубашку, $^{\circ}\text{C}$; $t(x, r, \tau)$ – температура стенки реактора; $t_{\text{т}}(x, \tau)$ – температура охлаждающего теплоносителя в рубашке аппарата; λ – коэффициент теплопроводности материала стенки реактора, Вт/(мК); α_2 – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности аппарата к охлаждающему теплоносителю, (Вт/м² К). Полагается, что нижнее торцевое сечение цилиндрической обечайки поддерживается при постоянной температуре, равной температуре хладагента на входе в рубашку охлаждения, а градиент температуры в верхней торцевой поверхности, контактирующей с крышкой аппарата равен нулю, что обусловлено ее теплоизоляцией. Исходя из этого видно, что дифференциальное уравнение (2) дополнено начальным условием (3); граничными условиями по высоте (4-5) и по радиусу (6-7) цилиндрической стенки.

Решение третьей задачи, связанной моделированием конвективного теплообмена в рубашке реактора, получено в работе [2]:

$$T_{\text{т}}(x, \tau) = -A(t_0 - t_{\text{вх}}) \ell^{\frac{W}{2D_{\text{т}}}} \int_0^{\tau} f_1(\tau - \theta) f_2(\theta) d\theta + T_{\text{т}}(x, 0) \ell^{-A \cdot \tau} + A \int_0^{\tau} \ell^{-A \cdot (\tau - \theta)} T(x, R_1, \theta) d\theta, \quad (8)$$

где; $T_{\text{т}}(x, \tau) = (t_{\text{т}}(x, \tau) - t_{\text{вх}})$ – преобразованная температура теплоносителя; $f_1(\tau)$ и $f_2(\tau)$ – функции свертки обратного преобразования Лапласа;

$$f_1(\tau) = L^{-1} \left\{ \frac{1}{s} \right\} = 1; \quad (9)$$

$$f_2(\tau) = L^{-1} \left\{ \frac{\ell^{-\sqrt{\frac{W^2}{4D_{\text{т}}^2} + \frac{s+A}{D_{\text{т}}}} \cdot x}}{s+A} \right\} = \ell^{-A \cdot \tau} \cdot \frac{1}{2} \left\{ \ell^{-\frac{W \cdot x}{2D_{\text{т}}}} \operatorname{erfc} \left[\frac{x - W \cdot \tau}{2\sqrt{D_{\text{т}} \cdot \tau}} \right] + \ell^{\frac{W \cdot x}{2D_{\text{т}}}} \operatorname{erfc} \left[\frac{x + W \cdot \tau}{2\sqrt{D_{\text{т}} \cdot \tau}} \right] \right\}, \quad (10)$$

$T(x, R_1, \theta) = (t(x, R_1, \theta) - t_{\text{вх}})$ – преобразованная температура наружной стенки аппарата; $T_{\text{т}}(x, 0) = t_{\text{т}}(x, 0) - t_{\text{вх}} = 0$ – начальное условие для преобразованной температуры теплоносителя. Переходя к истинной температуре теплоносителя $t_{\text{т}} = f(x, \tau)$, его динамику можно описать следующим выражением:

$$t_{\text{т}}(x, \tau) = t_{\text{вх}} - A(t_0 - t_{\text{вх}}) \ell^{\frac{W}{2D_{\text{т}}}} \int_0^{\tau} f_2(\theta) d\theta + A \int_0^{\tau} \ell^{-A \cdot (\tau - \theta)} T(x, R_1, \theta) d\theta. \quad (11)$$

Таким образом, для полного описания процесса охлаждения необходимо иметь совместное решение уравнений (1-8). Наиболее сложным в этом расчете является решение дифференциального уравнения теплопроводности (2), определяющим значения температуры внутренней $t(x, R_0, \tau) = t(R_0, \tau)$ (для режима идеального перемешивания) и наружной $t(x, R_1, \tau)$ поверхности стенки аппарата. По разности этих температур можно судить о термическом сопротивлении стенки δ/λ . В случае незначительного температурного перепада в стенке аппарата, наблюдаемого при низком ее термическом сопротивлении, появляется возможность значительно упростить математическое описание теплопереноса за счет исключения из него решения краевой задачи теплопроводности.

1. С этой целью в работе проведен расчет коэффициентов теплоотдачи α и теплопередачи K стандартных стальных, и эмалированных емкостных аппаратов с лопастной мешалкой объемом $V_{\text{ап}}$ от 0,4 до 25 м³, Вт/(м²К)

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (12)$$

где коэффициент теплоотдачи α_1 рассчитывался по критериальному уравнению для лопастных мешалок [3]

$$Nu_m = 0,285 \cdot K_N^{0,25} \cdot Re_m^{0,75} \cdot Pr^{0,25} \cdot \left(\frac{D}{d_m}\right)^{0,25} \cdot \left(\frac{D}{H}\right)^{0,25}, \quad (13)$$

$$\alpha_1 = \frac{Nu_m \cdot \lambda}{D}. \quad (14)$$

В качестве жидкости была выбрана вода при 60 °С; Nu_m , Re_m , Pr – критерии Нуссельта, Рейнольдса и Прандтля, вычисленные при этой температуре; режим перемешивания соответствовал началу автомодельной области $Re_m = 10^5$; D и d_m – диаметр аппарата и мешалки соответственно, м; H – номинальная высота жидкости в аппарате, м.

Опытные данные, приведенные в литературе [3], рекомендуют использовать для расчета коэффициента теплоотдачи в гладких рубашках α_2 критериальное уравнения для свободной конвекции

$$\alpha_2 = C \frac{\lambda_{\text{ж}}}{H_p} (Gr \cdot Pr)^f, \quad (15)$$

где C и f – коэффициенты, зависящие от режима течения теплоносителя [3]; Gr и Pr – критерии Грасгофа и Прандтля соответственно; $\lambda_{\text{ж}}$ – коэффициент теплопроводности теплоносителя, Вт/(мК); H_p – высота рубашки, м.

Причем, согласно опытным данным, приведенным в литературе [3], значения коэффициентов теплоотдачи α_2 не превышают (300-400) Вт/(м²К) и не изменяются даже при десятикратном увеличении расхода теплоносителя. Исходя из этого в работе в качестве коэффициента теплоотдачи для теплоносителя, движущегося в рубашке, принимали его среднее значение $\alpha_2 = 350$ Вт/(м²К).

Таблица 1. Доля термических сопротивлений теплоотдачи и теплопроводности стенки аппарата в общем сопротивлении для стальных емкостных реакторов с мешалками и гладкими рубашками

$V_{\text{ан}}, \text{м}^3$	$\Sigma = 1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2,$ ($\text{м}^2\text{К}$)/Вт	$\frac{1/\alpha_1}{\Sigma} \cdot 100, \%$	$\frac{\delta/\lambda}{\Sigma} \cdot 100, \%$	$\frac{1/\alpha_2}{\Sigma} \cdot 100, \%$
0,4	$4,68 \cdot 10^{-3}$	9,7	29,3	61
0,63	$4,87 \cdot 10^{-3}$	10,8	30,5	58,7
1	$4,17 \cdot 10^{-3}$	15	16,5	68,6
1,25	$4,94 \cdot 10^{-3}$	13,3	28,9	57,8
1,6	$4,37 \cdot 10^{-3}$	16,3	18,3	65,4
2	$5,21 \cdot 10^{-3}$	14,4	30,7	54,9
2,5	$4,45 \cdot 10^{-3}$	17,9	18	64,2
4	$4,69 \cdot 10^{-3}$	19,6	19,5	60,9
6,3	$4,84 \cdot 10^{-3}$	22,1	18,9	59
10	$5,47 \cdot 10^{-3}$	21,7	26,1	52,2
16	$5,62 \cdot 10^{-3}$	23,8	25,4	50,8
20	$5,7 \cdot 10^{-3}$	24,8	25,1	50,1
25	$5,95 \cdot 10^{-3}$	25	26,9	48

Таблица 2. Доля термических сопротивлений теплоотдачи и теплопроводности стенки аппарата в общем сопротивлении для стандартных эмалированных реакторов с мешалками и гладкими рубашками

$V_{\text{ан}}, \text{м}^3$	$\Sigma = 1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2,$ ($\text{м}^2\text{К}$)/Вт	$\frac{1/\alpha_1}{\Sigma} \cdot 100, \%$	$\frac{\delta/\lambda}{\Sigma} \cdot 100, \%$	$\frac{1/\alpha_2}{\Sigma} \cdot 100, \%$
0,4	$4,75 \cdot 10^{-3}$	9,5	30,4	60,1
0,63	$4,87 \cdot 10^{-3}$	10,7	30,6	58,6
1	$4,68 \cdot 10^{-3}$	13,3	25,7	61
1,25	$4,99 \cdot 10^{-3}$	13,1	29,6	57,3
1,6	$4,77 \cdot 10^{-3}$	14,9	25,2	59,9
2	$5,14 \cdot 10^{-3}$	14,6	29,8	55,6
2,5	$4,86 \cdot 10^{-3}$	16,4	24,8	58,8
4	$5,06 \cdot 10^{-3}$	18,2	25,4	56,4
6,3	$5,21 \cdot 10^{-3}$	20,6	24,6	54,8
10	$5,52 \cdot 10^{-3}$	21,5	26,7	51,8
16	$5,67 \cdot 10^{-3}$	23,6	26	50,4
20	$5,75 \cdot 10^{-3}$	24,6	25,7	49,7
25	$5,88 \cdot 10^{-3}$	25,4	26	48,5

Результаты расчета термических сопротивлений $1/\text{К}$, $1/\alpha_1$, $1/\alpha_2$, δ/λ представлены в таблицах 1-2, которые позволяют сделать следующие выводы:

- термическое сопротивление теплоотдачи для теплоносителя, движущегося в рубашке аппарата $1/\alpha_2$ составляет (50-60) % от сопротивления теплопередачи $1/\text{К}$;
- термическое сопротивление стенки δ/λ стальных аппаратов составляет (18-30)% от общего сопротивления $1/\text{К}$, для эмалированных - (25-30)%;

- термическое сопротивление теплоотдачи при перемешивании среды $1/\alpha_1$ составляет (10-25)% от общего сопротивления и растет с увеличением объема аппарата;

- при моделировании теплопереноса в промышленных аппаратах с мешалками и гладкими рубашками необходимо учитывать динамику изменения температуры на внутренней и внешней поверхности стенки реактора путем включения в общее решение описания теплопереноса краевой задачи теплопроводности (2-7).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Исаев В.Н.* Исследование и моделирование структуры потока в рубашках реакторов / В.Н. Исаев, Е.С. Сливченко, В.Н. Блиничев // Изв. Вузов. Химия и хим. технология. 2014, т.57, вып.6, с. 108-111.

2. *Исаев В.Н.* Моделирование конвективного теплопереноса в гладкой рубашке реактора с механическим перемешиванием среды / В.Н. Исаев // Актуальные проблемы естествознания. Сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием/–Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021, с. 32-36.

3. *Брагинский Л.Н.* Перемешивание в жидких средах. Физические основы и инженерные методы расчета. // Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачев, В.М. Барабаш – Л.: Химия, 1984. 336 с.

УДК 678.7

М. В. Ковалев, М. А. Фролова, Ю. В. Олихова, И. Ю. Горбунова, М.С. Бурмицкий
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

ВЛИЯНИЕ БУТАДИЕНОВОГО КАУЧУКА НА МОРФОЛОГИЮ И СВОЙСТВА ЭПОКСИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Аннотация: исследовано влияние цис-бутадиенового каучука СКДН-Н на свойства эпоксидной композиции. Установлено, что модификация каучуком приводит к повышению ударной вязкости композиций. Прочность и относительное удлинение при растяжении возрастают при введении в эпоксидную композицию 5-10 м.ч. каучука. Улучшение свойств связано с особенностями распределения фазы каучука в отвержденной композиции.

Ключевые слова: эпоксидная смола, бутадиеновый каучук, ударная вязкость, механические свойства, морфология.

M. V. Kovalev, M. A. Frolova, Yu. V. Olikhova, I. Yu. Gorbunova, M. S. Burmitsky

INFLUENCE OF BUTADIENE RUBBER ON THE MORPHOLOGY AND PROPERTIES OF EPOXY COMPOSITION

Abstract: the effect of cis-butadiene rubber SKDN-N on the properties of the epoxyamine composition was studied. It has been established that modification with rubber leads to an increase in impact strength of the compositions. With the introduction of 5-10 mass parts of the rubber into epoxy composition, tensile strength and tensile elongation were increased. The improvement in properties is associated with the distribution of the rubber phase in the cured composition.

Keywords: epoxy resin, butadiene rubber, impact strength, mechanical properties, morphology.

Эпоксидные олигомеры служат основой для создания широкого спектра материалов, применяемых в различных сферах: клеев, герметиков, покрытий, связующих для армированных пластиков (стекло-, углепластиков). В отвержденном состоянии они обладают высокой прочностью, хорошей адгезией к различным субстратам, низкой усадкой. Недостатками эпоксидных материалов являются высокая хрупкость и недостаточно высокая ударная вязкость. Эту проблему решают за счет введения в состав эпоксидных композиций различных модификаторов: пластификаторов, олигоэфирэпоксидов, олигомерных силсесквиоксенов, амфифильных блок-сополимеров, термопластов и других [1-5]. Модификация каучуками – известный способ улучшения свойств эпоксидных материалов [6-7]. В данной работе было исследовано влияние низкомолекулярного цис-бутадиенового каучука СКДН-Н (табл.) на свойства эпоксидной смолы ЭД-20 (содержание эпоксидных групп – 21%, динамическая вязкость – 18 Па·с), отверждаемой при нормальных условиях отвердителем ЭТАЛ-45, представляющим смесь алифатических и ароматических аминов (вязкая однородная жидкость темно-коричневого цвета). Состав немодифицированной композиции: 100 м.ч. ЭД-20 + 50 м.ч. ЭТАЛ-45. Каучук вводили в ЭД-20 в количестве 5, 10 и 15 м.ч. при перемешивании до получения однородной композиции, после чего добавляли отвердитель. Испытания композиций проводили через 14 суток.

Таблица. Свойства каучука СКДН-Н

Наименование показателя	Норма показателя для марки каучука СКДН-Н
Условная вязкость, с	150-215
Потеря массы при сушке, %, не более	0,2
Массовая доля золы, %, не более	0,1
Массовая доля антиоксиданта АО-300, %	0,5-0,9

Ударную вязкость по Изоду, а также деформационно-прочностные и адгезионные свойства определяли по стандартным методикам. Морфологию отвержденных образцов изучали по изображениям, полученным на сканирующем электронном микроскопе JEOL 1610LV с энергодисперсионным спектрометром для электронно-зондового микроанализа SSD X-Max Inca Energy (ЦКП РХТУ им. Д.И. Менделеева).

В результате проведенных исследований было установлено, что прочность и относительное удлинение при растяжении исследуемых композиций возрастает при введении 5-10 м.ч. каучука (рис. 1).

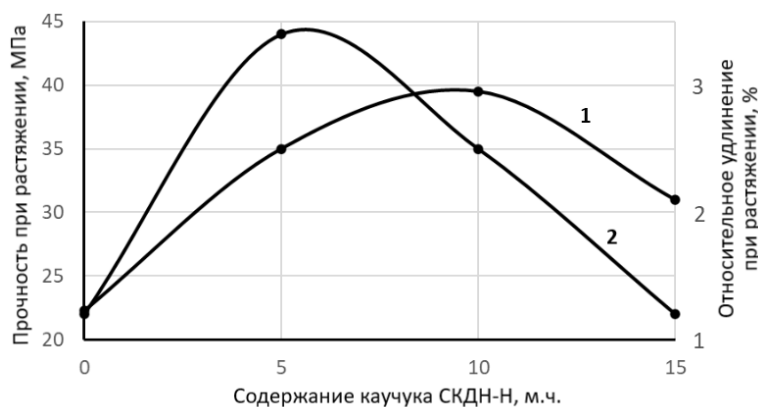


Рис. 1. Влияние содержания каучука на прочность при растяжении (1) и относительное удлинение (2) эпоксидных композиций

Было показано, что с увеличением содержания СКДН-Н ударная вязкость отвержденных эпоксидных композиций возрастает. Как видно из рис. 2, повышение содержания каучука пропорционально росту ударной вязкости модифицированных композиций. Полагают, что подобный эффект обусловлен тем, что частицы каучука способны выделяться в отдельную фазу в процессе отверждения эпоксидной композиции и создавать, тем самым препятствия для распространения трещин, а также увеличивать путь прорастания трещины в результате ее движения по межфазным границам [8, 9].

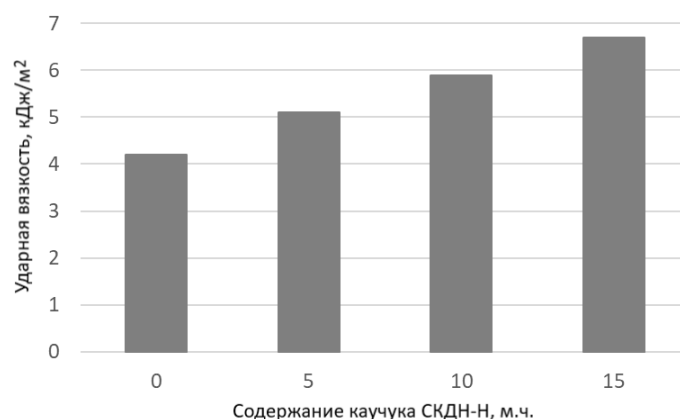


Рис. 2. Влияние каучука СКДН-Н на ударную вязкость эпоксидных композиций

Гетерогенность системы была подтверждена методом сканирующей электронной микроскопии (рис. 3).

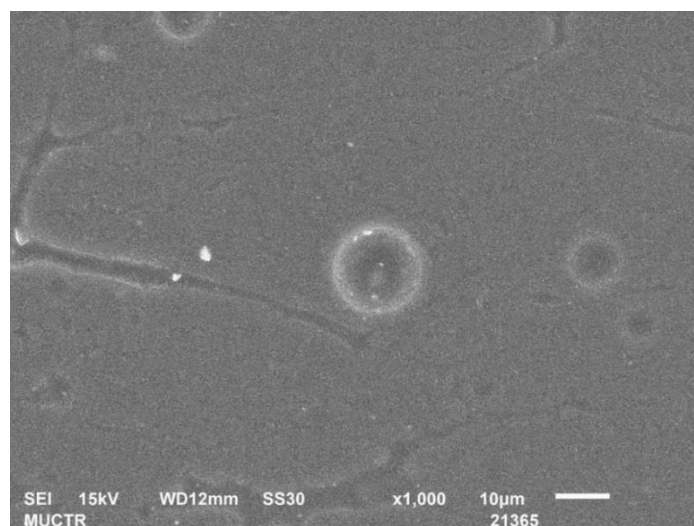


Рис. 3. Скол образца отвержденной эпоксидной композиции, содержащей 5 м.ч. СКДН-Н

Видно, что система неоднородна. Включения каучука имеют различный характер: сферические с размером частиц от 5 до 20 мкм и узкие протяженные области шириной 3-10 мкм. Развитая межфазная граница (более светлые области на границе раздела фаз) имеет толщину 1-2 мкм.

Очевидно, что улучшение комплекса механических свойств следует связывать особенностями морфологии модифицированных композиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мостовой А.С.* Рецепттурная модификация эпоксидных смол с использованием новых высокоэффективных пластификаторов // *Современные наукоемкие технологии.* – 2015. – № 7. – С. 66-70; URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=35081> (дата обращения: 01.03.2023).
2. Клеевая композиция : пат. RU2494134 Рос. Федерация № 2012103961/05; заявл. 07.02.2012; опубл. 27.09.2013, Бюл. № 27. – 6 с.
3. Эпоксидные смолы с ударной вязкостью, повышенной с помощью амфифильного блок-сополимера, и изготовленные из них отверждаемые при обычных условиях покрытия с высоким содержанием твердого вещества : пат. RU2388772C2 Рос. Федерация. № 2007121651/04; Заявл. 02.11.2005; опубл. 10.05.2010, Бюл. № 13. – 24 с.
4. *Полунин С.В., Горбунова И.Ю., Кербер М.Л., Лукашов Н.И., Мжачих И.Е., Крючков И.А.* Исследование свойств эпоксидных полимеров, модифицированных термопластами. *Пластические массы.* 2022;(9-10):14-16. <https://doi.org/10.35164/0554-2901-2022-9-10-14-16>.
5. *Акопова Т.А., Олихова Ю.В., Баранов А.Б.* Модификация эпоксидных связующих олигомерными силсесквиоксанами // *Успехи в химии и химической технологии.* 2013. Т. 27, № 3(143). С. 41-45.
6. *Сидоров О.И., Капустин С.А., Давыдова Л.А.* Эпоксидные термозащитные покрытия с повышенной деформацией при отрицательных температурах // *ИНЭОС OPEN SELECT.* 2019. Т. 1, № 1. С. 79-82.
7. *Olikhova Yu. V., Loban O.I., Kolybanov K. Yu., Kravchenko T.P.* Curing of epoxy composition in presence of functionalized diene rubber // *Polymer Science Series.* 2021. D 14(2): 208-212. DOI: 10.1134/S199542122102026X.

8. Полимерные смеси. Т. I: Функциональные свойства / под ред. Д.Р. Пола и К.Б. Бакнелла / Пер. с англ. Под ред. Кулезнева В.Н. – СПб.: Научные основы и технологии. 2009. – 606 с.

9. Surendran, A., Joy, J., Parameswaranpillai, J., Anas, S. & Thomas, S. An overview of viscoelastic phase separation in epoxy based blends // *Soft Matter*. 2020, 16, 3363–3377. <https://doi.org/10.1039/c9sm02361e>.

УДК 687.022

Т. А. Комарова¹, Д. А. Давыдов¹, А. В. Майорова¹, С. П. Дробот¹, А. А. Гвоздев²

¹ Ивановский государственный политехнический университет

² Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К. Беляева

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Аннотация: в статье рассматривается вопрос повышения ресурса ножей раскройных машин швейного оборудования высокочастотной электроискровой наплавкой твердыми сплавами и обработкой их в магнитном поле. Для оценки эффективности технологических воздействий при обработке ножей для сохранения их работоспособного состояния проведена комплексная оценка ряда физических свойств упрочненных ножей.

Ключевые слова: деталь, износ, сабельные ножи, упрочнение, магнитная обработка, эффективность.

T. A. Komarova, D. A. Davydov, A. V. Mayorova, S. P. Drobot, A. A. Gvozdev

WAYS TO INCREASE THE DURABILITY OF THE CUTTING TOOL

Abstract: the article deals with the issue of increasing the life of knives of sewing machines sewing equipment by high-frequency electric spark surfacing with hard alloys and processing them in a magnetic field. To assess the effectiveness of technological impacts during the processing of knives to preserve their working condition, a comprehensive assessment of a number of physical properties of hardened knives was carried out.

Keywords: detail, wear, saber knives, hardening, magnetic processing, efficiency.

Придание упрочнения поверхностям деталей различных механизмов является актуальной задачей во всех отраслях промышленности. Используются разные методы нанесения на поверхности деталей современных упрочняющих покрытий с приданием последним особых заданных свойств.

Детальями, подвергающиеся интенсивному износу, являются рабочие органы почвообрабатывающих, дорожно-строительных машин, горного оборудования, швейного производства.

Направлением наших исследований является режущий инструмент швейного производства.

Для улучшения характеристик резания используется нанесение композиционных составов на кромки ножей, а также использования обработки металлических деталей в магнитном поле.

Выявлено, что одной из самых изнашиваемых деталей раскройного оборудования является сабельный нож, т.к. он работает в условиях больших нагрузок и высокого износа. Его цена невелика, но время, затрачиваемое на заточку и смену ножа приводит к снижению производительности труда закройщика. Для устранения указанных недостатков сабельные ножи должны обладать повышенной твердостью и износостойкостью.

К физическим методам повышения стойкости режущего инструмента относятся следующие виды обработки материалов: обработка в магнитном поле, лазерное упрочнение, упрочнение инструмента глубоким охлаждением, низкочастотная отделочно-упрочняющая вибрационная обработка, термовибрационная обработка, электролитическое полирование, ультразвуковая и термоультразвуковая обработка, упрочнение инструмента в центробежно-планетарных машинах, алмазная обработка [1].

В представленной работе использовалась обработка ножей, упрочненных наплавкой твердыми металлами и последующей обработке их в магнитном поле.

Для нанесения упрочняющих покрытий использовался метод электроискровой обработки (ЭИО) [2].

При ЭИО осуществляется воздействие на металлические поверхности в воздушной атмосфере короткими (до 1000 мкс) электрическими разрядами с энергией до десяти Джоулей и частотой 100...3000 Гц. В результате происходит перенос продуктов эрозии материала электрода на поверхность детали, она приобретает специфичный рельеф мелкодисперсного состава. На поверхности детали образуется слой, которому в зависимости от параметров искрового разряда, состава электрода придаются различные свойства, обеспечивающие повышенные микротвердость, износостойкость.

Для намагничивания сабельных ножей использовалась установка МД-70 (ТУ 25-06.1604-79) (лаборатория ИВГПУ), предназначенная для намагничивания изделий (деталей, образцов) из ферромагнитных материалов.

Максимальное значение напряженности магнитного поля между полюсными наконечниками и в центре соленоида – не менее 16000 А/м, питание установки – от сети 220 В, потребляемая мощность - не более 200 Вт.

Количество намагничивающих импульсов через контактные электроды или время нахождения детали внутри соленоида зависит от массы детали.

Работа с установкой включает следующие операции: подготовка детали к намагничиванию (очистка от загрязнений), намагничивание.

Образцы ножей, обработанных в магнитном поле, исследовались на наличие остаточной намагниченности, параметры микротвердости, рассчитывалась износостойкость и ресурс ножей в соответствии с методикой [3].

В результате проведенных исследований оказалось, что сабельные ножи, упрочненные по предлагаемой технологии, обладают, по сравнению с базовыми ножами, увеличенной в 3,7 раза износостойкостью и в 4,2 раза ресурсом.

Объяснение эффекта повышения стойкости режущего инструмента, обработанного в импульсном магнитном поле объясняется тем, что при обработке изменяются физико-механические свойства исследуемого материала. Инструмент вращают в магнитном поле, при этом он подвергается перемагничиванию с частотой, равной частоте вращения. Перемагничивание вызывает увеличение микротвердости

поверхности, способствует дроблению зерен, увеличивает концентрацию вольфрама, молибдена, углерода и кислорода в поверхностном слое.

В условиях швейного предприятия ИП «Данелия Е.Ю.» проведены испытания упрочненных ножей. В ходе производственных испытаний упрочненных ножей на раскройной машине установлено, что опытные изделия работоспособны, обладают повышенным ресурсом, требуют значительно меньше заточки, что повышает производительность труда, снижаются затраты времени на наладку раскройного оборудования, уменьшаются финансовые издержки предприятия на приобретение запасных частей и комплектующих. Получен акт производственных испытаний и внедрения технологии упрочнения ножей раскройных машин CLOTHMAXDO.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петрушин С.И., Даниленко Б.Д., Ретюнский О.Ю. Оптимизация свойств материала в композиционной режущей части лезвийных инструментов: учебное пособие/ С.И. Петрушин, Б.Д. Даниленко, О.Ю. Ретюнский. - Томск: Изд. ТПУ, 1999. - 99 с.

2. Гвоздев А.А., Комарова Т.А. Исследование возможности повышения ресурса ножей раскройных машин/ А.А. Гвоздев, Т.А. Комарова //Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXV Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2022», 25 августа 2022 года, 6–7 октября 2022 года. – Иваново: ИВГПУ, 2022.– С. 9-12.

3. Таратин А.Е., Комарова Т.А. Повышение ресурса модифицированного режущего инструмента, используемого в швейной промышленности / А.Е. Таратин, Т.А. Комарова // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК – 2022): сб. материалов межвузовской (с международным участием) молодёжной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2022. – С. 371.

УДК 547.754

Е. Д. Коршунова¹, В. А. Панова¹, А. С. Волобуева², А. А. Шетнев¹

¹Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского

²Санкт-Петербургский НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера

СИНТЕЗ И ПРОТИВОЭНТЕРОВИРУСНАЯ АКТИВНОСТЬ ГЕТАРИЛЗАМЕЩЕННЫХ N-СУЛЬФОАМИДОБЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ

Аннотация: был проведен синтез гетарилзамещенных n-сульфоамидобензойных кислот, в ходе эксперимента было установлено, что наибольшую противовирусную активность проявляют соединения индолинового ряда.

Ключевые слова: энтеровирусы, аминобензойная кислота, гетероциклы, противоянтеровирусная активность, индолин.

E. D. Korshunova, V. A. Panova, A. S. Volobueva, A. A. Shetnev

SYNTHESIS AND ANTI-ENTEROVIRAL ACTIVITY OF HETARYL-SUBSTITUTED N-SULFONAMIDO BENZOIC ACIDS

Abstract: the synthesis of heteryl-substituted n-sulfonamido benzoic acids was carried out, during the experiment it was found that the compounds of the indoline series exhibit the greatest antiviral activity.

Keywords: enteroviruses, aminobenzoic acid, heterocycles, anti-enteroviral activity, indoline.

На сегодняшний день остается актуальной разработка противовирусных лекарственных препаратов, так как рино- и энтеровирусы являются серьезными патогенами человека, способными вызывать эпидемии. Против этих вирусов пока не существует препаратов этиотропного действия. В статье [1] описано производное N-сульфамидобензойной кислоты **1**, содержащее фталимидный фрагмент, которое проявляет высокую противоэнтеровирусную активность. По нашей гипотезе введение азотистых гетероциклов в молекулу противовирусного соединения взамен фталимидного цикла повышает биодоступность и гидролитическую стабильность потенциальных противовирусных средств в биологических системах. В этой связи, используя Scaffold-hopping – подход, нами был осуществлен дизайн и синтез серии аналогов **1**, содержащих новый фармакофорный фрагмент - N-сульфонамидобензойную кислоту и гетероциклическую периферию ряда N-ацилиндола, индолина, 1,4-оксазина.

Целевые производные были получены путем взаимодействия соответствующих гетероциклических сульфохлоридов с аминобензойной кислотой с ацетонитриле в присутствии пиридина в качестве основания. Полученная библиотека соединений (рис. 1) была исследована на противовирусную активность в отношении штамма энтеровируса Коксаки типа В3 Nancy.

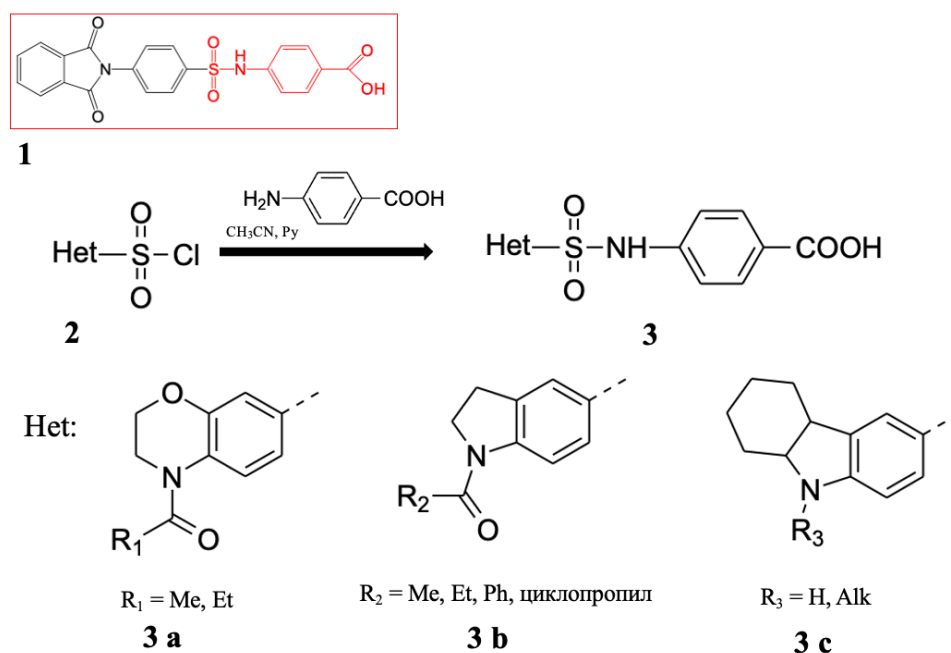


Рис. 1. Тестируемые соединения

Из исследованных серий наибольшую противовирусную активность проявили соединения индолинового ряда (3b), синтез которых проходил по следующей схеме (рис. 2).

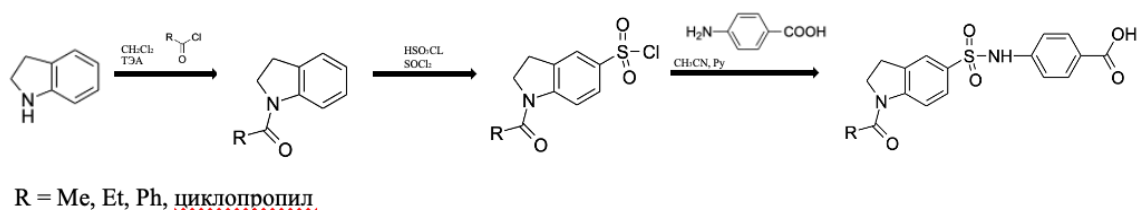


Рис. 2. Схема синтеза производных индолинового ряда

Общая методика синтеза:

Исходный индолин растворяли в дихлорметане и добавляли триэтанолламин, перемешивали 10 минут, охлаждали до 0-5 °С. К реакционной массе прикапывали раствор хлорангидрида в дихлорметане, перемешивали при комнатной температуре, органический слой промывали водой, упаривали органический слой под вакуумом. Сульфохлорирование полученных N-ацилиндолинов проводили в 10-ти мольном избытке хлорсульфоновой кислоты при 80 °С в течение 2 часов с последующей выдержкой реакционной массы с тионилхлоридом. После разложения реакционной массы водой, проводили экстракцию хлороформом, который сушили над безводным сульфатом натрия и упаривали. Для синтеза целевых сульфонамидов осадок сульфохлорида растворяли в ацетонитриле, добавляли пиридин и п-аминобензойную кислоту, перемешивали 8 часов при температуре 40-60 °С, охлаждали, фильтровали, промывали водой и спиртом и сушили на воздухе.

Синтезированные соединения индолинового ряда показали не только сравнимую с соединением–прототипом активность, но и превосходный индекс селективности, что дает основания для дальнейшего изучения данных производных в качестве новых противозентеровирусных лекарственных кандидатов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (Грант № 22-23-20158).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rana Abdelnabi ,James A. Geraets ,Yipeng Ma ,Carmen Mirabelli ,Justin W. Flatt,Aušra Domanska,Leen Delang,Dirk Jochmans,Timiri Ajay Kumar,Venkatesan Jayaprakash,Barij Nayan Sinha,Pieter Leyssen,Sarah J. Butcher, Johan Neyts. A novel druggable interprotomer pocket in the capsid of rhino- and enteroviruses // *PLOS BIOLOGY*. – 2019. – С. 1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000281>.
2. Anton A. Shetnev, Alexandrina S. Volobueva, Valeria A. Panova, Vladimir V. Zarubaev, Sergey V. Baykov. Design of 4-Substituted Sulfonamidobenzoic Acid Derivatives Targeting Cocksackievirus B3 // *Life*.- 2022. - С. 1832. <https://doi.org/10.3390/life12111832>.

УДК 630.4

А. А. Краснов¹, К. В. Семенова¹, Т. В. Пашкова¹, А. Н. Петров¹, В. И. Караваев²

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²Ивановский государственный политехнический университет

О КЛАССИФИКАЦИИ И О КИНЕМАТИКЕ МЕХАНИЗМОВ ПОЖАРНЫХ ГРУНТОМЕТАТЕЛЕЙ

Аннотация: показано существование различных подходов к механике сообщения грунту начальной скорости движения. Предложена классификация грунтометателей по виду движения рабочего органа грунтометателя. Предложен критерий, характеризующий кинематические свойства механизмов грунтометателей.

Ключевые слова: грунтометатель, скорость, аналог скорости.

A. A. Krasnov, K. V. Semenova, T. V. Pashkova, A. N. Petrov, V. I. Karavaev

ON CLASSIFICATION AND KINEMATICS OF MECHANISMS FIRE GROUND THROWERS

Annotation: the existence of different approaches to the mechanics of imparting the initial speed to the ground is shown. A classification of soil throwers according to the type of movement of the working body of the soil thrower is proposed. A criterion is proposed that characterizes the kinematic properties of the mechanisms of soil throwers.

Keywords: soil thrower, speed, analogue of speed.

Согласно [1], тушение лесных низовых пожаров с помощью метания грунтов является одним из самых эффективных методов борьбы с этим явлением. Поэтому исследование вопросов повышения эффективности работы устройств для метания грунтов являются весьма актуальными.

Эффективность работы машин для метания грунта определяется в первую очередь эффективностью рабочего органа машины, его грунтометателя, совершенством его конструкции [2].

С точки зрения кинематики, все грунтометатели можно разделить на два типа:

1. Грунтометатели, рабочие органы которых совершают равномерное вращательное движение;
2. Грунтометатели, рабочие органы которых совершают неравномерное вращательное движение.

К первому типу относятся абсолютное большинство грунтометателей, начиная с самых первых (рис. 1), обнаруженных в недрах патентных ведомств [3].

Как сказано выше, их рабочий орган совершает равномерное вращательное движение, грунтозахваты его в виде лопастей захватывают грунт, грунт, вращаясь вместе с лопастями, движется вдоль лопастей, приобретая линейную скорость, достигает периферии лопатки, и далее движется по инерции за счёт полученной

кинетической энергии в воздушной среде. По сути, принцип работы такого грунтометателя тот же самый, что и в центробежных насосах.

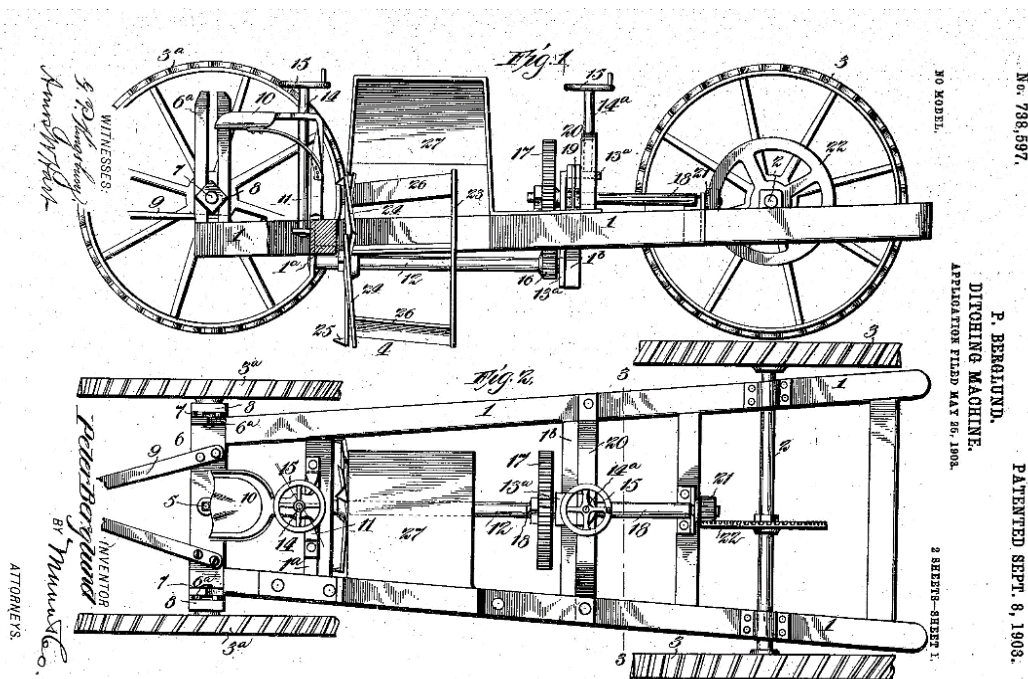


Рис. 1. Грунтометательная машина. США, 1903 г.

Второй тип грунтометателя [4] показан на рис. 2. Привод ротора грунтометателя осуществляется с помощью двухкривошипного механизма, входное звено которого совершает равномерное вращательное движение, а выходное звено совершает неравномерное вращательное движение, которое с помощью цепной передачи передаётся на ротор грунтометателя.

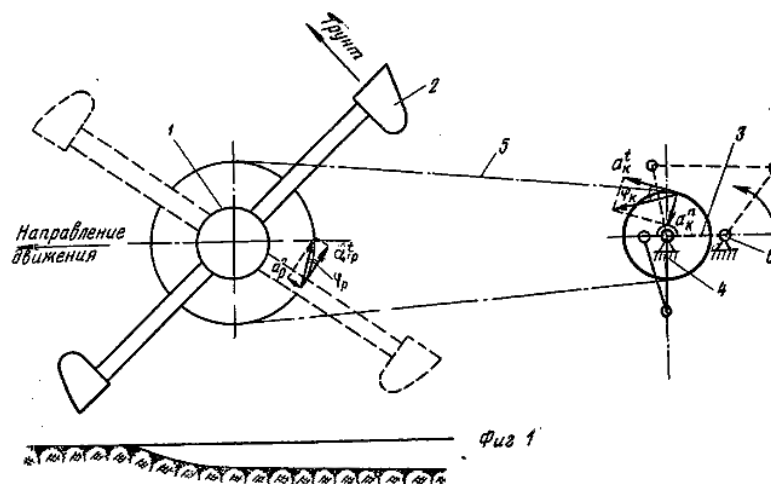


Рис. 2. Роторный метатель грунта, СССР 1973 г.

В этом типе грунтометателя, рабочий орган с грунтозахватами в виде ковшей вращается неравномерно, скорость вращения его изменяется от минимального значения при захвате грунта до максимальной величины при метании грунта. При

этом, «механика метания» принципиально отличается от механики взаимодействия грунта тем, что грунт «сходит» с грунтозахватов не за счёт центробежных сил, а вследствие отрицательного углового ускорения грунтозахвата - грунтозахват, при достижении максимальной скорости, сообщив грунту максимально возможную скорость, уменьшает свою скорость, в результате грунт отрывается за счёт явления инерции от поверхности грунтозахватов и движется самостоятельно.

Если допустить, что частица грунта и грунтозахваты представляют собой твёрдые тела, не учитывать силы сопротивления движению частичек грунта со стороны воздуха, то графики скоростей движения точек грунтозахватов и частичек грунта в зависимости от угла поворота ведущего звена, аналогов скорости, будут иметь вид (рис. 3).

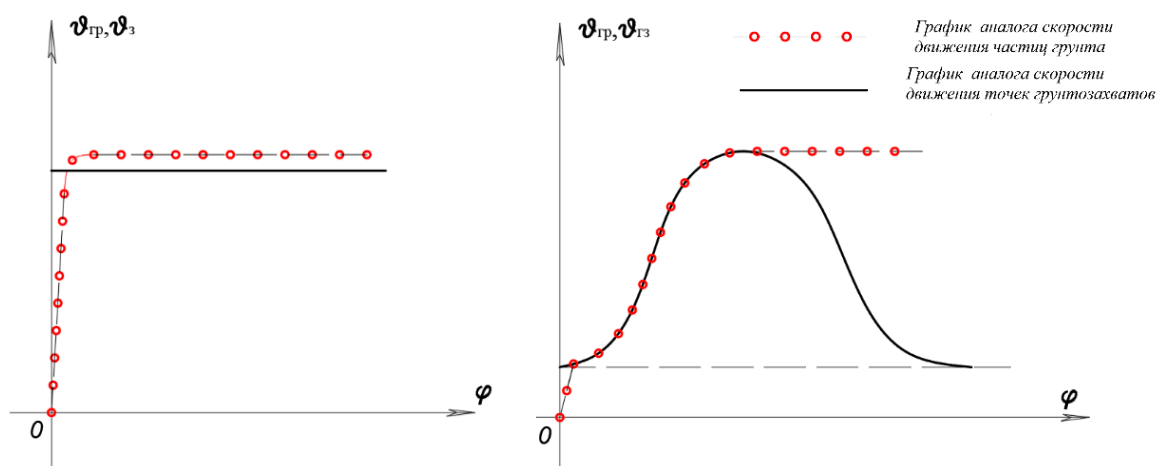


Рис. 3. Графики зависимости аналога скоростей движения частицы грунта и точек грунтозахватов: а) грунтометатель первого типа; б) грунтометатель второго типа

Анализ графиков на рис. 3 позволяет заметить, что конечная скорость движения частиц грунта в грунтометателях обоих типов зависит только от скорости движения точек грунтозахватов. Однако, условия ускорения частиц грунта существенно отличаются. Если для первого типа грунтометателей ускорение грунта описывается практически ступенчатой функцией со всеми вытекающими последствиями, то для второго типа ускорение описывается передаточной функцией механизма, которая может быть подобрана исходя из самых разных критериев.

В качестве ещё одного представителя грунтометателей второго типа может служить грунтометатель, разработанный в ИГПСА ГПС МЧС России авторами настоящей работы, рабочий орган которого состоит из нескольких кулис, к которым прикреплены жёстко грунтометатели, и которые вращаются независимо относительно друг друга на одной оси, и которые кинематически связаны с одним кривошипом, вал которого кинематически соединён с двигателем. Устройство проходит процедуру патентования.

Простейшим критерием, позволяющим оценить свойства механизма грунтометателя второго типа может служить коэффициент пульсации аналога скорости, как отношение его максимального и минимального значения:

$$K = \frac{v_{max}}{v_{min}} \quad (1)$$

где $\vartheta_{\max}$ - максимальное значение аналога скорости движения; $\vartheta_{\min}$ - минимальное значение аналога скорости движения.

Это отношение характеризует не только кинематические свойства механизмов привода, но и его динамических свойства, связанные с нагрузкой на его звенья. Поэтому коэффициент пульсации может быть одним из критерием при кинематическом и динамическом синтезе механизмов грунтометателей второго типа.

Выводы: предложены классификация пожарных грунтометателей по кинематическому признаку и критерий оценки кинематических свойств механизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Валдайский Н.П., Вонский С.М., Чукичев А.Н.* Тушение лесных низовых пожаров способом метания грунта: Методич. рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1977. – 34 с.
2. *Федорченко И.С.* Обоснование параметров рабочего органа грунтомета для выполнения работ в лесном хозяйстве. Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Красноярск, 2013. – 23 с.
3. Berglund. P. Ditching - machine. Патент US738597, 1903. – 5 с.
4. *Худоногов Ю.А.* Роторный метатель грунта. А.С. СССР 386073 E02f 3/18 Оpubл. 14.06.1973. Бюл. № 26.

УДК 662.7; 664.3.033; 542.97; 66.094.25

М. В. Кузнецов, А. А. Пашкова
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОИЗВОДСТВУ ТЕХНИЧЕСКИХ МАСЕЛ И ТОПЛИВ ДЛЯ НУЖД МЧС РОССИИ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРИРОВАНИЯ

Аннотация: предложены новые высокоэффективные отечественные катализаторы гидрирования технических масел и топлив в интересах обеспечения различных транспортных средств МЧС России. Экономическая и экологическая эффективность предлагаемых усовершенствований технологических процессов с использованием стекловолокнистых тканых катализаторов (СВТК) была подтверждена в лабораторных исследованиях, и значительно превосходит эффективность промышленных катализаторов в виде порошков или гранул. Предлагаемые технологические подходы могут обеспечить значительный экономический эффект и увеличение ресурсов транспортных средств, а также систем автономной энергетики, учитывая их огромный парк в масштабах министерства.

Ключевые слова: технические масла и топлива, процессы жидкофазного гидрирования, стекловолокнистые тканые катализаторы (СВТК), реакторы, экономический и экологический эффект, транспорт МЧС России.

M. V. Kuznetsov, A. A. Pashkova

NEW TECHNOLOGICAL APPROACHES TO THE PRODUCTION OF TECHNICAL OILS AND FUELS FOR THE NEEDS OF THE EMERCOM OF RUSSIA BASED ON HYDROGENATION PROCESSES

Abstract: new highly efficient domestic catalysts for hydrogenation of technical oils and fuels in the interests of providing various vehicles of the EMERCOM of Russia are proposed. The economic and environmental efficiency of the proposed technological process improvements using fiberglass woven catalysts (FGWC) have been confirmed in the laboratory studies, and significantly exceeds the efficiency of industrial catalysts in the form of powders or granules. The proposed technological approaches can provide a significant economic effect and increase the resources of vehicles, as well as autonomous energy systems, given their huge fleet on the scale of the ministry.

Keywords: technical oils and fuels, liquid-phase hydrogenation processes, fiberglass woven catalysts (FGWC), reactors, economic and environmental effect, transport of the EMERCOM of Russia.

Производство высококачественных технических масел и топлив для различных двигателей (бензиновых, дизельных и др.) является одной из ключевых технологий в области нефтепереработки. Главной стадией в технологической цепочке получения масел, обеспечивающей их высокое качество, является каталитическое гидрирование. Западная промышленность широко использует этот процесс и поставляет на рынок только «облагороженные» масла. В Российской промышленности данная технология практически не освоена, и, в большинстве своем, поступающие в продажу отечественные масла характеризуются достаточно низким качеством. Учитывая огромный парк транспортных средств и систем автономной энергетики, находящихся на оснащении МЧС России (только пожарных автомобилей насчитывается около 20 тыс.; несколько десятков тысяч легковых, грузовых транспортных средств и средств специальной и спасательной техники; около 80 воздушных судов, не считая беспилотных летательных аппаратов и т.д.), в масштабах министерства применение новых технологических подходов к производствам технических масел и топлив может обеспечить огромный экономический и экологический эффект.

Технические масла представляют собой многокомпонентные системы, приспособленные к эксплуатации в двигателях внутреннего сгорания и содержащие в качестве основы (до 30-40%) разветвлённые олигомеры с числом атомов углерода в цепи от 20 до 70. Исходным мономером является децен 1,2. Из него в присутствии каталитических систем типа Циглера-Натта производятся масла различных по длине углеводородной цепочки марок (ПАОМ - 2,4,6,10, от C20 до C70). Все олигомеры после получения проходят стадию термического отщепления Cl, остающегося в молекуле, и поступают на гидрирование одной двойной связи, оставшейся после олигомеризации. Гидрирование, как на отечественных предприятиях, так и в практике зарубежных производств, осуществляется на порошкообразных нанесённых катализаторах, главным образом, на основе Ni. Никелевые катализаторы – катализаторы однократного использования, содержащие ~50% Ni на кизельгуре с размером частиц 5-7 микрон. Россия не имеет собственного производства катализаторов данного назначения. Гидрирование реализуют в периодическом варианте при давлении водорода до 25 атм и температуре до 260°C с последующей стадией горячей фильтрации (до 200°C) реакционной среды от порошкового катализатора. Очевидно, что абразивные свойства частиц катализатора накладывают

жесткие требования на степень освобождения масла от твердой фазы катализатора. Стадия фильтрации резко ухудшает экономические характеристики процесса в целом. Режим катализаторной порошковой загрузки с одним циклом обуславливает дополнительные сложности с перегрузкой катализатора и хранением отработанной катализаторной порошковой массы. Регенерация катализатора в этом случае невозможна, а извлечение никеля из отработанного катализатора нерентабельно. С целью преодоления отрицательных факторов воздействия порошкообразных катализаторов на процессы и продукты гидрирования масел и топлив, а также увеличение степени гидрирования и глубины переработки углеводородных ресурсов, в качестве альтернативных катализаторов были разработаны стекловолокнистые тканые каталитические (СВТК) системы с различными структурами и металлами-наполнителями. Созданная в ходе выполнения проекта технология и аппаратные (реакторные) технические решения могут быть с успехом перенесены в смежные области химической промышленности и использованы в различных промышленных процессах, основанных на жидкофазном гидрировании исходных продуктов. Наиболее перспективными для освоения и дальнейшего продвижения предлагаемых разработок являются: освобождение от непредельных компонентов моторных (бензиновых) топлив и регенерация отработанных технических масел и топлив.

Предлагаемые технологические подходы прошли многократную апробацию в рамках лабораторных исследований и подготовлены для перевода их в реальные нефтеперерабатывающие производства. Разработанные процессы гидрирования расширяют сырьевые ресурсы производств моторного и авиационного топлива, способствуют упрощению технологических процессов и увеличению выхода целевых топлив и масел. Предполагаемый экономический эффект от внедрения инновационных технологических подходов может составить до 10 %, что в масштабах МЧС России приведет к огромной экономии ресурсов транспортных средств и систем автономной энергетики.

УДК 666.3.017

Е. Д. Кузьменко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВОЙНОЙ И ТРОЙНОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ КАРБОНИТРИДА ЦИРКОНИЯ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ

Аннотация: в статье приведены результаты исследования физико-механических свойств карбонитридной циркониевой керамики различных составов, полученных методом горячего прессования. Установлены значения твердости, модуля упругости, пористости исследуемых керамик.

Ключевые слова: керамика, горячее прессование, физико-механические свойства.

E. D. Kuzmenko

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF DOUBLE AND THREEFOLD CERAMICS BASED ON ZIRCONIUM CARBONITRIDE OBTAINED BY HOT PRESSING

Abstract: the article presents the results of a study of the physical and mechanical properties of carbonitride zirconium ceramics of various compositions obtained by hot pressing. The values of hardness, modulus of elasticity, porosity of the studied ceramics are established.

Keywords: ceramics, hot pressing, physical and mechanical properties.

Керамики, производимые из шихты карбида и нитрида циркония известны своим применением в качестве теплостойких материалов с 80-х годов 20-го века. При дальнейшем исследовании данных материалов были получены двойные керамики с высокими показателями износостойкости, твердости и химической стойкости [1-3]. Данные двойные керамики могут применяться в качестве инструментального и абразивного материала, а также сохранять исходное назначение компонентов в применении для производства теплостойких элементов. При этом в настоящее время недостаточно изучены влияния различных добавок в шихты исследуемых керамик при проведении горячего прессования данных керамик [4]. На основании этого была поставлена цель работы, заключающаяся в установлении влияния ввода ультрадисперсного оксида циркония в двойную керамику при равенстве массовых долей компонентов. Для достижения цели исследования были поставлены ряд задач, а именно: выполнить подготовку смесей шихт двойной и тройной керамики в заданных соотношениях, произвести спекание керамик методом горячего прессования, определить физико-механические свойства полученных керамик.

В рамках исследования были подготовлены две смеси исходных компонентов ZrC и ZrN, смесь двойной керамики 50% масс. ZrC – 50% масс. ZrN и смесь тройной керамики 33% масс. ZrC – 33% масс. ZrN – 33% масс. ZrO₂. Смешивание шихт производилось мокрым способом в бензине. Подготовленные шихты спекались методом горячего прессования при температуре 2000 °С при давлении 30 МПа, с выдержкой при заданной температуре в течение 15 минут. Спеченные образцы отшлифовывались алмазными пастами со следующими размерами абразивных частиц: 60/40, 10/7, 7/5, 5/3, 3/2, 1/0. После шлифования измерялись твердости керамик на приборе Dugascan. Твердость определялась по Виккерсу, таблица 1.

Таблица 1. Значения твердостей по Виккерсу исследуемых керамик

Состав	Твердость по Виккерсу, HV
ZrC	1803
50% масс. ZrC – 50% масс. ZrN	1712
ZrN	1774
33% масс. ZrC – 33% масс. ZrN – 33 масс. ZrO ₂	2221

С использованием правила аддитивности были определены пористости исследуемых керамик, таблица 2.

Таблица 2. Пористости исследуемых керамик

Состав	Пористость, %
ZrC	3,69
50% масс. ZrC – 50% масс. ZrN	5,91
ZrN	1,78
33% масс. ZrC – 33% масс. ZrN – 33 масс. ZrO ₂	1,33

Значительное отличие пористости у двойной и тройной керамики подтверждается на микрофотографиях, полученных методом растровой электронной микроскопии. Изображения получены в двух режимах топографическом и контрастном, рис. 1, 2.

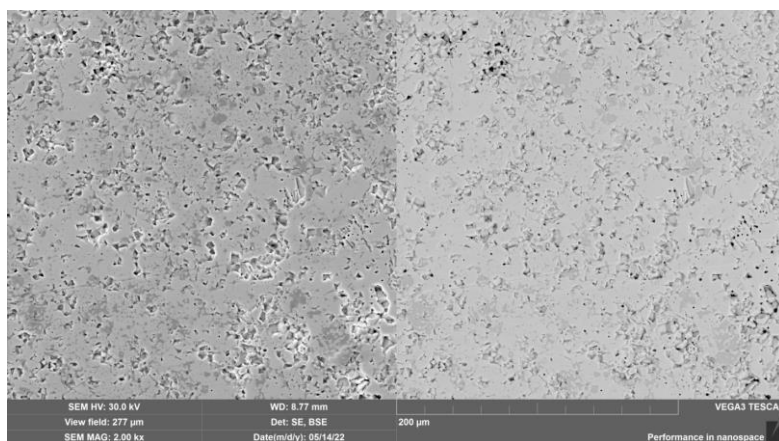


Рис. 1. Микрофотография поверхности образца 50% масс. ZrC – 50% масс. ZrN при увеличении 1000х

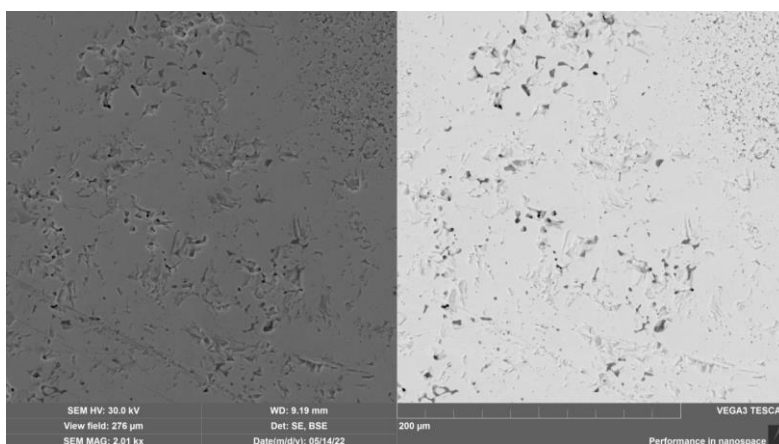


Рис. 2. Микрофотография поверхности образца 33% масс. ZrC – 33% масс. ZrN – 33 масс. ZrO₂ при увеличении 1000х

На приборе NanoIndenter G200 были определены модули упругости исследуемых керамических образцов, таблица 3.

Таблица 3. Модули упругости исследуемых керамик

Состав	Модуль упругости, ГПа
ZrC	409
50% масс. ZrC – 50% масс. ZrN	515
ZrN	452
33% масс. ZrC – 33% масс. ZrN – 33 масс. ZrO ₂	763

Снижение пористости и повышение значений твердости и модуля упругости наблюдается в тройной керамике из-за ввода в состав ультрадисперсного диоксида циркония. При этом исследуемый состав двойной керамики обладает свойствами близкими к керамике, полученным из исходных компонентов, за исключением значительно увеличивающейся пористости образца. Дальнейшая перспектива исследования связана с получением и изучением керамик на основе карбида и нитрида циркония других составов при различных температурах спекания.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Katea S.N. Synthesis of nano-phase ZrC by carbothermal reduction using a ZrO₂–carbon nano-composite / S.N. Katea, L. Riekehr, G. Westin // Journal of the European Ceramic Society. 2021. – Vol. 41, № 1. – P. 62-72.
2. Dong Q. Al₂O₃–TiC–ZrO₂ nanocomposites fabricated by combustion synthesis followed by hot pressing / Q. Dong, Q. Tang, W. Li // Materials Science and Engineering. 2008. – V. 475, № 2. – P. 68-75.
3. Lengauer W. Transition metal carbides, nitrides, and carbonitrides / W. Lengauer. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH, 2008. – P. 202–252.
4. Harrison R.W. Processing and properties of ZrC, ZrN and ZrCN ceramics: a review / R. W. Harrison, W. E. Lee // Advances in Applied Ceramics. – 2016. – Vol. 115, №5. – P. 294-307.

УДК 699.812:666.972.16+691.6

Е. В. Кулик, Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ ОТДЕЛОЧНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ КАЛЬЯННЫХ УГЛЕЙ

Аннотация: в статье описываются результаты исследования воспламеняющей способности кальянных углей при контакте с синтетическими отделочными текстильными материалами различной плотности.

Ключевые слова: тлеющие кальянные угли, отделочные текстильные материалы, пожарно-техническая экспертиза.

E. V. Kulik, T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

FLAMMABILITY OF FINISHING TEXTILE MATERIALS FROM HOOKAH COALS

Abstract: the article describes the results of a study of the flammability of hookah coals in contact with synthetic finishing textile materials of various densities.

Keywords: smoldering hookah coals, finishing textile materials, fire-technical expertise.

Очень часто пожары в помещениях зданий и сооружений начинаются с возгорания изделий из текстиля, которые широко применяются в жилых, технических и общественных зданиях, на транспорте и в специальных средствах защиты. В результате воздействия на текстильные материалы и изделия из них высоких температур, происходит их воспламенение и распространение пламени по поверхности. Многие из них воспламеняются даже при воздействии малокалорийных источников зажигания, таких как тлеющее табачное изделие или раскаленный уголь от кальяна, что в последующем приводит к распространению пламени по поверхности, а также к возгоранию близлежащих или стоящих предметов, материалов, веществ и изделий.

Основополагающим нормативным документом по вопросам возможного применения материалов, в том числе и текстильных, на различных строительных объектах на территории Российской Федерации является СНиП 21-07-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [1]. В соответствии с этим документом отделочные и облицовочные комбинированные материалы, в состав которых входит текстиль, должны быть охарактеризованы следующими показателями пожарной опасности: группа горючести, группа воспламеняемости, группа дымообразования и токсичности продуктов горения.

Учитывая все имеющееся разнообразие текстильных материалов, при проведении пожарно-технической экспертизы необходимо понимать, как тот или иной вид ткани будет вести себя в условиях близких к условиям пожара. Это необходимо как для установления очага пожара, так и для определения его причины.

Пожар в помещениях зданий и сооружениях может произойти в результате воздействия маломощного источника зажигания – раскаленного угля для кальяна. Необходимо отметить, что одним из факторов пожарной опасности при курении кальяна в доме или в кальянных комнатах является изобилие в интерьере текстиля, подушек, ковровых покрытий и других горючих материалов. При этом для его курения применяются специальные твердотопливные композиции – кальянные угли, способные тлеть длительное время с выделением большого количества тепла. Таким образом, возникает высокая вероятность того, что одной из причин пожара будет непосредственное взаимодействие тлеющего кальянного угля с горючими материалами [2].

Так, в Санкт-Петербурге 9 августа 2021 года произошел пожар на балконе жилого дома. В двухкомнатной отдельной квартире задымился балкон на площади в два квадратных метра. С огнем справились быстро. Версией о причине пожара является возгорание предметов от кальянных углей.

Поэтому, целью данного исследования является оценка зажигательной способности кальянных углей при контакте с отделочными текстильными материалами, в зависимости от их плотности.

Объектами исследования служили кальянные угли и синтетические обивочные мебельные ткани.

В качестве углей были выбраны два вида:

1. Быстроразгорающийся уголь марки «Carbopol» – это прессованный уголь, в который добавляют химические вещества, легко воспламеняющиеся от открытого огня, а при разжигании выделяющие едкий дым от селитры, компонента угля, который позволяет ему быстро разгораться. Уголь выпускается в виде круглых таблеток, диаметром 32 мм и 40 мм и высотой около 15 мм.

2. Уголь древесный, изготовленный из натурального дерева (из ветвей лимонного, оливкового и других деревьев, из виноградной лозы) марки «Cocos» – это кусковой уголь, чаще всего в виде брусков разной формы. Уголь разжигается и тлеет дольше, он не выделяет запаха горения и дыма при розжиге.

В работе в качестве объектов исследования использовались образцы трех видов современной отделочной ткани (производство Китай), широко используемых для отделки мебели (диваны, кресла, сиденья стульев, изголовья кроватей и т.п.), сложной структуры, состоящие из синтетических волокон (табл. 1).

Таблица 1. Виды ткани и ее параметры

№	Вид ткани	Состав	Плотность, г/м ²
1.	Ткань «Siena»	Верх – полиэстер 100% Основа – полиэстер 100%	320
2.	Ткань «Versal»	Верх – полиэстер 100% Основа – полиэстер 100%	430
3.	Ткань «Vicont»	Верх – полиэстер 100% Основа – полиэстер 100%	500

При проведении исследований определяли следующие параметры: время прогорания ткани, длина выгоревшего участка, температура в зоне тления. Температуру углей и ткани определяли пирометром «Testo 845».

Методика проведения исследования заключалась в следующем. На металлический поддон укладывали образцы ткани, после чего на поверхность ткани помещали предварительно зажженный кальянный уголь. При помощи секундомера фиксировали время проведения эксперимента. При помощи пирометра фиксировались значения максимальной температуры в месте контакта поверхности тлеющего угля и горючего материала ($T_{\text{тл.}}$).

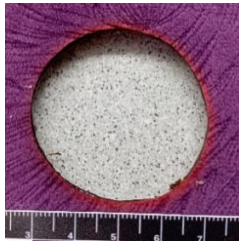
Первоначально нами были определены максимальные значения температур тления различного вида углей без кальяна (режим статики).

Таблица 2. Теплофизические свойства углей для кальяна

№	Образцы угля	Диаметр, мм	Максимальная температура, °С
1.	Образец угля «Carbopol»	35	388
2.	Образец угля «Cocos»	22	322

В таблице 3 представлены результаты проведенных испытаний.

Таблица 3. Результаты испытания

№	Вид ткани	Результаты испытания	
		Образец угля «Carbopol»	Образец угля «Cocos»
1.	Ткань «Siena», плотность 320 г/м ²	Время прогорания ткани – 8 с T_{тл} = 360 °С Ткань не распространяет горение 	Время прогорания ткани – 40 с T_{тл} = 300 °С Ткань не распространяет горение 
2.	Ткань «Versal» плотность 430 г/м ²	Время прогорания ткани – 16 с T_{тл} = 380 °С Ткань не распространяет горение 	Время прогорания ткани – 48 с T_{тл} = 310 °С Ткань не распространяет горение 
3.	Ткань «Vicont» плотность 500 г/м ²	Время прогорания ткани – 20 с. T_{тл} = 388 °С Ткань не распространяет горение 	Время прогорания ткани – 48 с. T_{тл} = 322 °С Ткань не распространяет горение 

Исходя из представленных данных следует, что изученные образцы отделочных текстильных материалов при контакте с тлеющими кальянными углями марок «Carborol» и «Cocos» испытывают тепловые деформации и повреждения (плавятся), воспламенения и распространения пламени по поверхности не происходит. Ткани в месте непосредственного контакта с тлеющим кальянным углем расплавились и затвердели, это характерно для полиэфирных волокон.

Кроме того, чем больше плотность ткани, тем дольше она не сопротивляется прогоранию, аккумулируя при этом тепло от углей в месте их контакта, и тем самым, увеличивается температура тления.

Образец кальянного угля марки «Carborol» изначально имеет более высокую температуру тления, поэтому с большей скоростью прожигает отделочные ткани, чем образец кальянного угля марки «Cocos». Уголь марки «Cocos» в нашем эксперименте не по всей поверхности контакта прожог исследуемые ткани.

Таким образом зажигательная способность кальянных углей при взаимодействии с отделочными текстильными материалами, определяется свойствами последних, в частности химическим составом и плотностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНИП 21-07-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
2. Удилов Т.В., Кузнецов К.Л., Азовкина А.В. Исследование зажигательной способности кальянных углей // Вестник Восточно-Сибирского института Министерства внутренних дел России, 2013, Вып. 4 (67), С. 107 - 114.

УДК 614.84

Е. Ю. Курочкина, Н. А. Таратанов, Д. В. Калашников

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ РАЗРУШЕНИЯ ПЕСКОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация: осуществлено исследование степени разрушения пескоцементных изделий, подвергшихся высокотемпературному воздействию (от 300 °С до 900 °С), используя неразрушающий метод (ультразвуковое зондирование). Так как при высокотемпературном воздействии образуются микро- и макротрещины, изменяется цвет и идет разрыхление массы пескоцементных изделий. По результатам проведенного исследования выявили, что тем больше температура нагрева материала, тем меньше скорость прохождения ультразвуковой волны.

Ключевые слова: пескоцементные блоки, ультразвуковое зондирование, пожарно-техническая экспертиза, очаг пожара.

E.Yu. Kurochkina, N. A. Taratanov, D. V. Kalashnikov

INVESTIGATION OF THE DEGREE OF DESTRUCTION OF SAND-CEMENT PRODUCTS

Abstract: the degree of destruction of sand-cement products exposed to high-temperature exposure (from 300 ° C to 900 ° C) was studied using a non-destructive method (ultrasonic sounding). Since micro- and macro-cracks are formed during high-temperature exposure, the color changes and the mass of sand-cement products is loosened. According to the results of the study, it was revealed that the higher the heating temperature of the material, the lower the speed of passage of the ultrasonic wave.

Keywords: sand-cement blocks, ultrasonic sounding, fire-technical expertise, fire source.

В последние годы все чаще для возведения несущих и ненесущих конструкций здания используют пескоцементные блоки. Пескоцементные блоки – это вид строительного материала, изготовленный методом вибропрессования крупнозернистого песка и портландцемента, данные блоки являются универсальным стройматериалом из песка и цемента (в пропорциях 3-8:1) в котором нет гравия со щебнем. Строительные материалы в условиях пожара ведут себя по-разному, все зависит от вида, структуры, состава, происхождения и свойств этих материалов. Под поведением строительных материалов в условиях пожара понимается комплекс физико-химических превращений, приводящих к изменению состояния и свойств материалов под влияние интенсивного температурного нагрева. Чтобы установить непосредственную причину пожара, нужно установить очаг пожара или зоны наибольших термических поражений, для установления процесса пожара.

Поэтому, чтобы оценить, как ведет себя тот или иной материал в условиях воздействия на него высоких температур, применяют методы – как разрушающие, так и неразрушающие. В своей работе авторы осуществляли исследование степени разрушения пескоцементных изделий, подвергшихся высокотемпературному воздействию, используя неразрушающий метод (ультразвуковое зондирование). При высокотемпературном воздействии образуются микро- и макротрещины, изменяется цвет и идет разрыхление массы пескоцементных изделий.

Разрыхление массы пескоцементных изделий, появление в них микро- и макротрещин сопровождается изменением его акустических характеристик, которые можно оценить, изучая скорость прохождения через пескоцементные изделия поверхностной ультразвуковой волны. Поверхностные волны – это акустические волны, которые распространяются по границе раздела сред, в слое с характерной толщиной от 1,5 до 2 длины волны. При этом колебания частиц среды волны объединяют в себе продольные и поперечные колебания. Сравнивая скорость прохождения продольных, поперечных и поверхностных волн в средах, для последней она будет минимальна. Проводимые исследования глубины повреждения пескоцементных изделий на пожаре показали, что она будет определяться как температурой, так и временем нагрева, при температуре нагрева 700-800 °C и времени нагрева 1 час разрушения бетона будут наблюдаться в слое от 25 до 50 см. Учитывая, что глубина локализации поверхностных ультразвуковых волн частотой 90 кГц в бетоне составляет 25-30 мм, можно сказать, что поверхностная волна будет распространяться в наиболее разрушенном слое. Ее скорость будет последовательно снижаться по мере разрушения пескоцементных изделий под действием температуры.

В связи с этим целью и задачей данной работы явилось освоение метода неразрушающего контроля – метода ультразвуковой дефектоскопии путем измерения

ультразвуковых колебаний в материале при определении степени термического воздействия пожара на изделия из песка и цемента.

Материалы и оборудование, используемые в работе: ультразвуковой дефектоскоп «Ультратерм», муфельная печь, 4 образца на основе бетона и песка (пескоцементные блоки).

Скорость ультразвука является функцией как температуры, так и длительности нагрева конструкции. При увеличении температуры и времени, скорость последовательно снижается. Это обстоятельство дает возможность выявить зоны термических поражений при сравнении скорости прохождения ультразвука на соседних участках стены.

В основу работы дефектоскопа заложена способность ультразвуковых колебаний распространяться в контролируемых изделиях. Принятый сигнал усиливается, преобразуется в цифровую форму и в графическом виде отображается в индикаторе в виде амплитудной развертки. Ультразвуковой дефектоскоп «Ультратерм» представляет собой измеритель времени прохождения ультразвуковых колебаний через исследуемый участок материала объекта. Принцип работы основан на измерении временного интервала между моментом излучения УЗ-импульса в исследуемый объект и моментом приема УЗ-импульса.

Для проведения исследования подготовили ряд образцов на основе цемента и песка. До проведения высокотемпературного нагрева все образцы были подвержены ультразвуковому зондированию используя ультразвуковой дефектоскоп «Ультратерм». Далее образцы подвергались высокотемпературному нагреву в муфельной печи при различных температурах, начиная от 300 °С, с шагом 200 °С.

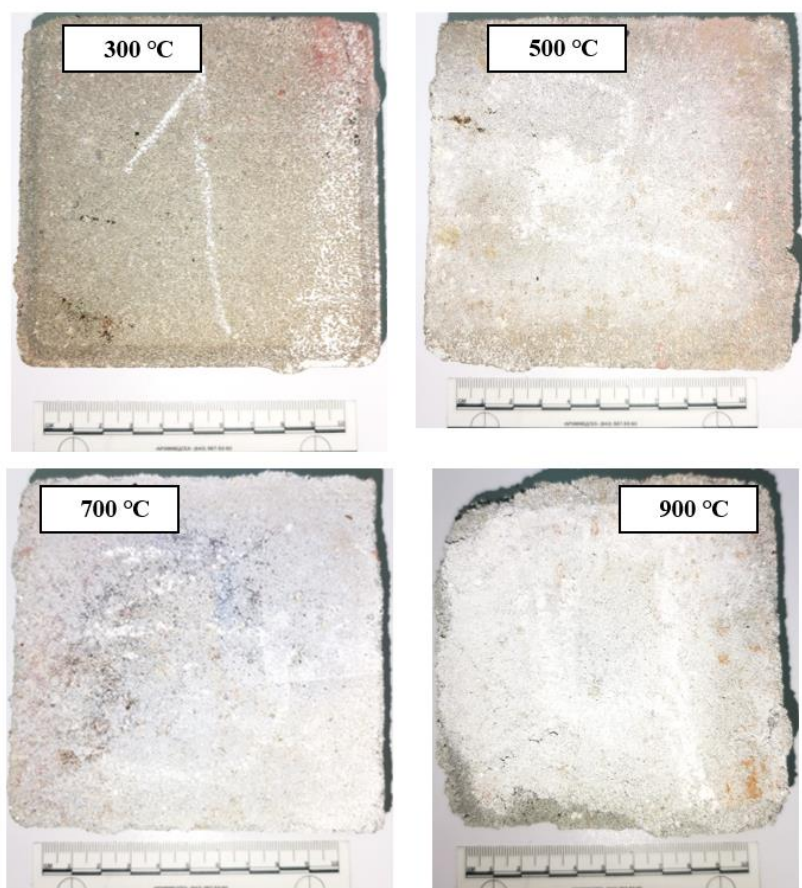


Рис. 1. Внешний вид пескоцементных изделий после температурного воздействия

Скорость прохождения поверхностной ультразвуковой волны через песчаноцементные образцы измерялась ультразвуковым дефектоскопом. Измерения проводились на полностью остывших образцах спустя сутки после прогрева. По каждому образцу было проведено по 10 измерений. Статистическая обработка результатов измерений показала, что расхождения между измеряемыми параметрами по каждому из изученных образцов лежат в доверительном интервале. Доверительный интервал (при $\alpha = 0,05$ и количестве измерений $n = 10$), не превышает 5 % от среднего значения. Значения коэффициента вариации, практически менее 5 % позволяют говорить о нормальном распределении измеряемой случайной величины.

Результаты прохождения поверхностной ультразвуковой волны занесли в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты прохождения поверхностной ультразвуковой волны

Образец	V, м/с					Цвет образца
	0	300 °C	500 °C	700 °C	900 °C	
1	600	402	-	-	-	розовый
2	600	-	350	-	-	серо - розовый
3	600	-	-	300	-	фиолетовый, оранжевый по краям
4	600	-	-	-	280	хрупкий белый

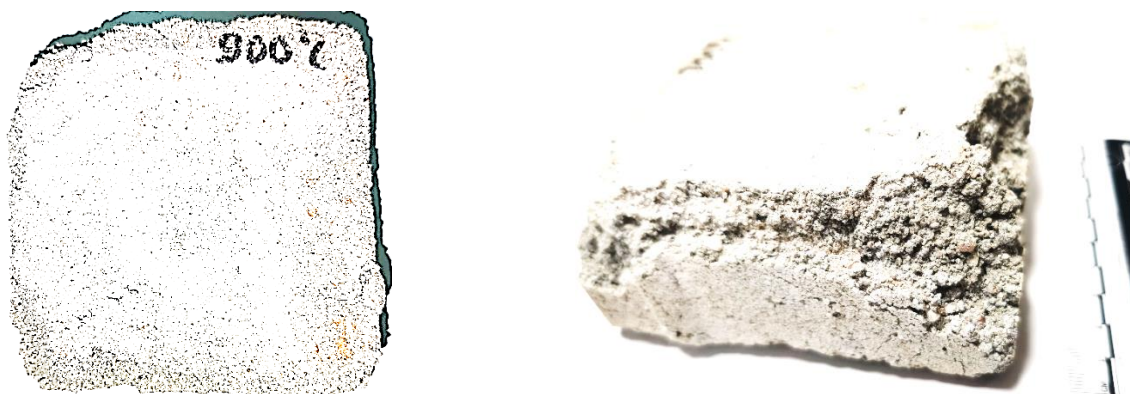


Рис. 2. Внешний вид разрушений пескоцементных изделий при температурном воздействии 900 °C

Таким образом, с помощью метода неразрушающего контроля (метода УЗ-дефектоскопии) определили скорость распространения УЗ-волны в материале на основе бетона при определении степени термического воздействия. По результатам проведенного исследования и глядя на зависимость скорости УЗ-волны от температуры материалов на основе цемента, выявили, что тем больше температура нагрева материала, тем меньше скорость прохождения ультразвуковой волны.

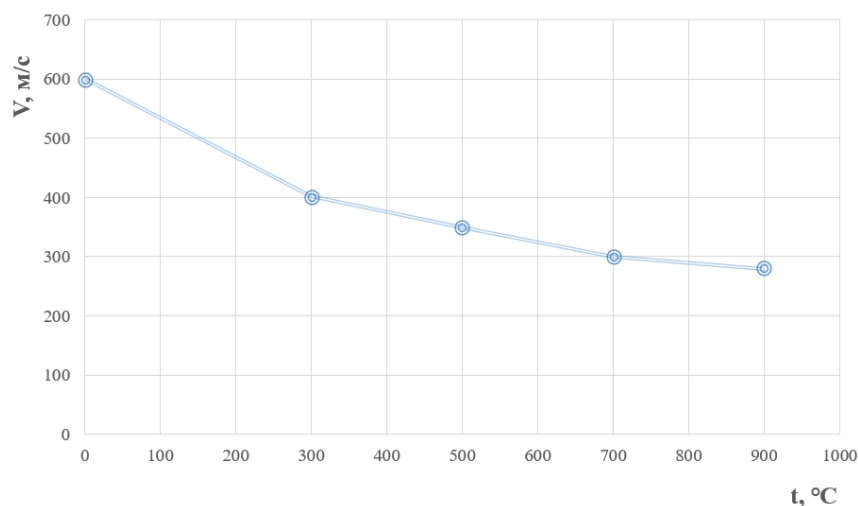


Рис. 3. Зависимость скорости УЗ-колебаний от температуры материалов на основе цемента

Все сказанное выше, подтверждает эффективность исследования на месте пожара относительной скорости прохождения поверхностной УЗ-волны на отдельных участках поверхности конструкций из пескоцементных блоков для выявления зон различных термических поражений, что позволяет получать объективные данные при поиске очага пожара.

Необходимо отметить, что при длительном контакте нагретого пескоцементного блока с водой при тушении пожара происходят дополнительные разрушения его структуры, которые могут также приводить к снижению скорости прохождения поверхностных УЗ-волн. Анализ показал, что в реальных условиях пожара такой контакт, как правило, кратковременный. В то же время, насыщение пескоцементных блоков влагой при охлаждении и может приводить к повышению скорости УЗ-волн, что также требует дополнительных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абакумов, А.В., Таратанов Н.А.* Установление очаговой зоны по результатам измерений скорости прохождения ультразвуковой волны // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 3-7. – EDN ILMGJE.

2. Полевые инструментальные методы исследования объектов пожарно-технической экспертизы: Учебное пособие / Сикорова Г.А., Лебедев А.Ю., Дементьев Ф.А., Галишев М.А., Чешко И.Д., Бельшина Ю.Н.– СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС, 2017. – 160 с.

УДК 66.061.16

А. А. Липин, А. Г. Липин, А. А. Тихомирова

Ивановский государственный химико-технологический университет

КАПСУЛИРОВАНИЕ ПЕРКАРБОНАТА НАТРИЯ В ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ОБОЛОЧКИ

Аннотация: капсулирование частиц перкарбоната натрия проведено с целью обеспечения замедленного растворения в водной среде. Процесс нанесения покрытия из силиката натрия осуществляли в аппарате с псевдоожиженным слоем. Показано, что изменяя относительную массу покрытия, можно регулировать скорость высвобождения активного компонента.

Ключевые слова: капсулирование, перкарбонат натрия, псевдоожиженный слой, силикат натрия, кинетика растворения.

A. A. Lipin, A. G. Lipin, A. A. Tikhomirova

COATING OF SODIUM PERCARBONATE PARTICLES USING WATER SOLUBLE MATERIAL

Abstract: coating of sodium percarbonate particles was carried out to achieve delayed release in aqueous medium. Coating of sodium percarbonate with sodium silicate shell was carried out in a fluidized bed apparatus. It was shown that by changing the relative mass of the coating, it is possible to regulate the release rate of the active component.

Keywords: coating, sodium percarbonate, fluidized bed, sodium silicate, release kinetics.

Перкарбонат натрия (ПКН) с формулой $\text{NaCO}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}_2$ представляет собой окислитель перекисного типа, который в последние годы привлек значительное внимание в качестве экологически чистого отбеливателя в производстве моющих средств, например, в качестве компонента стирального порошка, косметических средств и зубной пасты [1]. Он характеризуется низкой стоимостью, хорошей растворимостью в воде и быстрым выделением перекиси водорода в качестве активного отбеливающего ингредиента. Однако ПКН является сильным окислителем и несовместим с некоторыми другими ингредиентами в водном растворе, например, ферментами и отдушками. При использовании с ферментами, например, в стиральном порошке, ферменты могут быть дезактивированы перекисью водорода в водном растворе. Таким образом, взаимная эффективность обоих компонентов может быть снижена. Задержка высвобождения перкарбоната натрия позволила бы ферментам работать с максимальной эффективностью перед их дезактивацией в присутствии перекиси водорода.

С целью обеспечения контролируемого высвобождения активных ингредиентов широко используются технологии капсулирования. Закладывая активный ингредиент в оболочку, его можно защитить от воздействий окружающей среды. Путем выбора соответствующего материала оболочки с определенной структурой могут быть достигнуты желаемые профили высвобождения.

Для улучшения стабильности перкарбоната натрия при хранении во влажной атмосфере в качестве материала защитной оболочки предложено использовать полиэтиленгликоль, ксантановую камедь, поливинилацетат, сульфат натрия, сульфат магния [2]. Однако они не обеспечили замедленного высвобождения отбеливателя на основе перекиси. В данном исследовании применяли силикат натрия. Силикат натрия также является важным компонентом моющего средства, и он может смягчать воду, образуя осадок, который можно легко смыть. Кроме того, все силикаты обладают превосходным буферным действием против кислых соединений.

Цель этого исследования - понять, как оболочки с различной толщиной могут влиять на высвобождение ПКН в водной среде, чтобы добиться его замедленного выделения в процессе стирки.

Материалы и методы

В экспериментах использовался перкарбонат натрия с размером частиц 500-900 мкм. Раствор силиката натрия готовили путем разбавления 50 мас.% раствора таким же объемом деионизированной воды.

Процесс нанесения покрытия осуществлялся в лабораторном аппарате с псевдооживленным слоем с нижним расположением распыливающего устройства [3]. Раствор для нанесения покрытия подавали в жидкостной канал форсунки с помощью перистальтического насоса. В аппарат загружалось 50 г перкарбоната натрия. Раствор диспергировался пневматической форсункой на мелкие капли. Капли сталкиваясь с частицами растекаются, образуя жидкостную пленку. Растворитель испаряется, остается затвердевший слой покрывающего материала, окружающий частицы.

Обсуждение результатов

Были получены образцы капсулированного перкарбоната натрия с содержанием покрытия 5, 8, 10, 13 % от массы исходного продукта. На рис. 1. представлены фотографии частиц, растворяющихся в дистиллированной воде в статических условиях.

На изображениях рис. 1 видно, что непокрытая частица ПКН немедленно растворилась в воде и высвободила пузырьки кислорода, окружающие частицу. У частиц ПКН с долей покрытия 5 %, в течение первой минуты на поверхности частиц не наблюдалось пузырьков, что указывает на замедленную скорость растворения сердцевины ПКН, защищенной оболочкой из силиката натрия. Однако после первой минуты наблюдалось значительное растворение частицы ПКН, покрытой силикатом натрия, что привело к появлению пузырьков на ее поверхности. Напротив, у капсулированных частиц с долей покрытия 10%, растворение практически не наблюдалось в течение первых 5 минут. В дальнейшем, в течение 10 минут, наблюдалось лишь несколько мелких пузырьков, что указывает на проникновение воды через оболочку и растворение ядра частиц состоящего из ПКН на границе раздела между оболочкой и ядром. Такая задержка высвобождения активного компонента может позволить ферментам, содержащимся в моющем средстве, полностью функционировать до того, как они вступят в контакт с ПКН в процессе стирки.

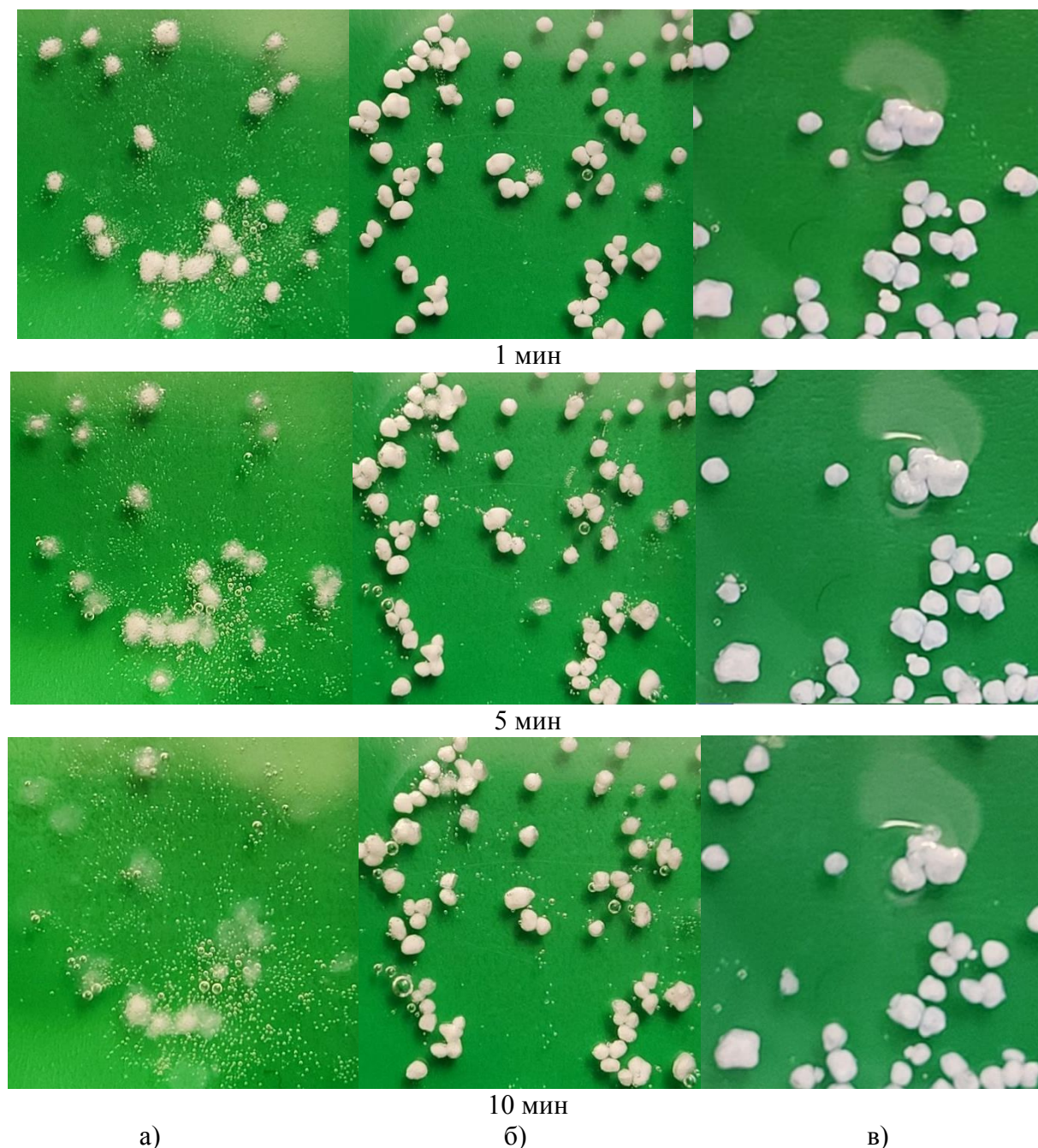


Рис. 1. Фотографии растворяющихся частиц: а) непокрытого ПКН, б) капсулированного ПКН с долей покрытия 5 %, в) капсулированного ПКН с долей покрытия 10 % в статических условиях

Для наблюдения за выделением перкарбоната натрия из капсулированных частиц в динамических условиях применялся метод кондуктометрии. Кинетика растворения капсулированного перкарбоната натрия исследовалась по следующей методике. Навеску массой 0,5 г растворяли в 49,5 г дистиллированной воды. Растворение вели при перемешивании. Каждую минуту измеряли электропроводность раствора с помощью кондуктометра Анион 4100 и по калибровочному графику определяли концентрацию раствора. Затем рассчитывали степень выделения перкарбоната натрия по формуле:

$$R = C / C_{\max},$$

где C , $C_{\max}$ – текущая и максимальная концентрация раствора, соответственно. Под максимальной концентрацией понимается концентрация раствора при полном выделении целевого компонента из гранулы.

На рис. 2 представлены кривые, характеризующие зависимости степени выделения перкарбоната натрия из капсулированных гранул от времени в динамических условиях при разной относительной массе оболочки.

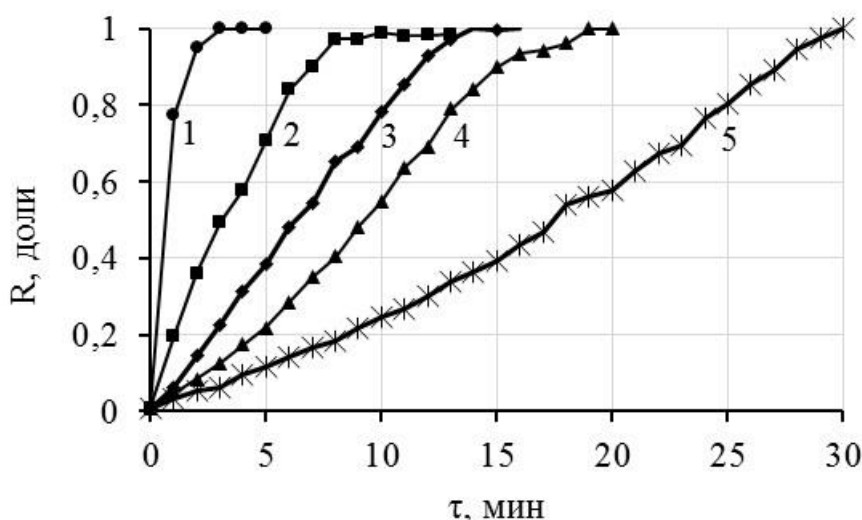


Рис. 2. Зависимость степени выделения перкарбоната натрия от времени при разной относительной массе оболочки, %: 1 – 0; 2 – 5; 3 – 8; 4 – 10; 5 – 13

Из кривых рис. 2 следует, что, изменяя относительную массу покрытия из силиката натрия, можно регулировать скорость высвобождения активного компонента. Задержка высвобождения ПКН позволит ферментам работать с максимальной эффективностью перед их дезактивацией в присутствии перекиси водорода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bracken J.* Analysis of OxiClean: An Interesting Comparison of Percarbonate Stain Removers / J. Bracken, D. Tietz // *Journal of Chemical Education*. 2005. V. 82, 762–764.
2. *Puga A. V.* Dual Xanthan Gum/Poly(vinyl acetate) or Alkyl-Functionalized Poly(vinyl alcohol) films as models for advanced coatings / A. V. Puga, R. Gracia-Valls, S. Fernandez-Prieto, J. Smets, D. York // *Journal of Applied Polymer Science*. 2014. V. 131. N 19.
3. *Липин А.Г.* Оценка степени покрытия при капсулировании зернистых материалов в псевдооживленном слое / А.Г. Липин, В.О. Небукин, А.А. Липин // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2019. Т. 62. Вып. 5. С. 84-90.

УДК 54.08

М. А. Максимова, А. С. Павлов, Д. В. Калашников, В. Ю. Емелин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЧЕРЕЗ ИЗМЕРЕНИЕ ГЛУБИНЫ ОБУГЛИВАНИЯ

Аннотация: в статье отмечены теоретические аспекты поведения древесины в условиях пожара с образованием ее обугленных остатков. Приводится метод измерения глубины обугливания на деревянных конструкциях с использованием многократного измерения и расчета среднего арифметического значения, а также с учетом полученных промахов.

Ключевые слова: обугливание древесины, глубина обугливания, глубина переугливания, степень термического поражения, очаг пожара.

M. A. Maksimova, A. S. Pavlov, D. V. Kalashnikov, V. Y. Emelin

ASSESSMENT OF THE DEGREE OF THERMAL DEGRADATION OF WOODEN STRUCTURES BY MEASURING THE DEPTH OF CHARRING

Abstract: the article highlights the theoretical aspects of the behavior of wood in fire conditions with the formation of its charred remains. A method is given for measuring the depth of charring on wooden structures using multiple measurements and calculating the arithmetic mean, as well as taking into account the resulting misses.

Keywords: charring of wood, depth of charring, depth of charring, degree of thermal damage, fire source.

В экспертной пожарно-технической деятельности важнейшим направлением работы является определение места первоначального возникновения горения. Для того чтобы определить очаг пожара, необходимо провести анализ степени термических поражений строительных конструкций, которая складывается из температуры и длительности теплового воздействия. В связи с этим, актуальным является вопрос качественного определения этих параметров.

Одним из самых распространенных материалов в строительстве является древесина. Несмотря на многие преимущества, у древесины присутствует очень значимый недостаток – ее высокая пожарная опасность. При пожаре в результате терморазложения, а именно разрушения структуры, происходит снижение прочности древесины, также при горении она обугливается. Температура воспламенения древесины от открытого огня составляет около 230°C. Ее устойчивое горение начинается при температуре 260°C. При отсутствии открытого пламени воспламенение может произойти при быстром (в течение 1-2 мин) нагревании древесины до температуры свыше 330°C. При длительном воздействии тепла температура воспламенения древесины снижается до 170°C [1].

Обугленные остатки деревянных конструкций и предметов – важнейший источник информации для дознавателя и (или) специалиста при поисках очага пожара.

Оценить степень термических поражений древесины можно достаточно просто измерением глубины обугливания. При этом решаются следующие задачи:

а) оценивается изменение степени термического поражения по длине и высоте конструкции;

б) определяется направленность теплового воздействия или более интенсивного теплового воздействия [2].

Таким образом, глубина обугливания древесины – один из критериев степени ее термического поражения в различных зонах пожара. С его помощью оценивается направленность и интенсивность теплового воздействия.

При описании термических поражений древесины в протоколе осмотра места пожара недопустимо лишь констатировать наличие обугливания в тех или иных зонах. Эта информация должна обязательно сопровождаться замерами глубины обугливания.

Согласно [3] измерить глубину обугливания можно методом пенетрации (протыкания) с помощью штангенциркуля с выдвижным глубиномером. Протыкать уголь следует осторожно, не делая слишком больших усилий, чтобы не войти в невыгоревшие слои древесины, а также для наиболее точных измерений следует проделать это действие несколько раз.

Глубина обугливания включает в себя помимо собственно толщины слоя угля (h_y), измеряемой методом пенетрации, величину потери сечения деревянной конструкции (h_n).

$$H = h_y + h_n$$

Глубина обугливания деревянных конструкций является важнейшим показателем в определении степени термического поражения. Так как через полученные значения по специальным формулам можно получить длительность и температуру теплового воздействия в точках отбора измерений. Затем построить карту термических поражений, которая будет включать в себя все результаты измерений в массе всех точек, где производился отбор проб. Впоследствии при анализе распределения предметно-вещной обстановки по карте термических поражений можно определить место первоначального возникновения горения.

Следовательно, правильное измерение глубины обугливания на конструкциях – это шаг к точному определению очага пожара.

В практической деятельности измерение глубины обугливания проводится специальными инструментами – штангенциркулями или с помощью устройства для дистанционного определения глубины обугливания «Зонд-01-ЭП», в комплектность которого также входит глубиномер. Данные приборы с определенным классом точности измерений имеют определенную погрешность, наличие которой оказывает влияние на итоговое значение глубины обугливания, и как следствие на результат длительности теплового воздействия в точке отбора проб, т.е. тем самым на определение места очага пожара.

В связи с этим авторами предлагается в практической деятельности в качестве истинного значения при многократных измерениях глубины обугливания рассчитывать ее среднее арифметическое значение. Среднее арифметическое из ряда измерений всегда имеет меньшую погрешность, чем погрешность каждого определенного измерения. Это, отражает и формула расчета среднего арифметического значения, определяющая фундаментальный закон теории погрешностей. Из него следует, что

если необходимо повысить точность результата (при исключенной систематической погрешности) в 2 раза, то число измерений нужно увеличить в 4 раза; если требуется увеличить точность в 3 раза, то число измерений увеличивают в 9 раз и т.д.

Кроме того, при получении результатов многократного измерения глубины обугливания необходимо исключить промахи, являющиеся случайной погрешностью результата отдельного наблюдения, входящего в ряд наблюдений, которые для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда.

Авторами работы также предлагается использовать критерий Шовенэ, позволяющий обнаружить наличие промахов в ряду измерений глубины обугливания. При использовании критерия Шовенэ промахом считается результат X_i , если разность $|\bar{X} - X_i|$ превышает значения S , определяемые в зависимости от числа измерений.

$$|\bar{X} - X_i| > \begin{cases} 1,6S & \text{при } n=3; \\ 1,7S & \text{при } n=6; \\ 1,9S & \text{при } n=8; \\ 2,0S & \text{при } n=10 \end{cases}$$

Формула расчета стандартного отклонения:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Далее авторами приводится пример практического использования предложенных мероприятий по измерению точного значения глубины обугливания. Измерения проводились на макете дивана со следами горения. При помощи подвижной части (глубиномера) штангенциркуля методом пенетрации определили 10 значений глубины переугливания на участке измерения. Далее измерили толщину выгоревшего участка конструкции и как в результате по сумме слагаемых получили значение глубины обугливания. Для исключения ошибки измерения (промаха) с помощью критерия Шовенэ рассчитали среднее арифметическое значение глубины обугливания и стандартное отклонение. Результаты полученных значений при измерениях представлены в таблице.

Таблица. Полученные значения при измерениях

Параметр измерения	Порядковый номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
глубина переугливания, мм	5,2	4,1	7,0	4,2	4	4,12	4,90	4,10	4,84	4,90
глубина выгоревшего слоя, мм	2,16									
глубина обугливания, мм	7,36	6,26	9,16	6,36	6,16	6,28	7,06	6,26	7,00	7,06

Параметр измерения	Порядковый номер измерения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
предварительное среднее арифметическое значение глубины обугливания, мм	6,90									
стандартное отклонение	0,9									
$ \bar{X} - X_i $	0,46	0,64	2,26	0,54	0,74	0,62	0,16	0,64	0,10	0,16
итоговое среднее арифметическое значение глубины обугливания, мм	6,54									
изменение итоговой глубины обугливания	– 6 %									

Как известно, промах – это значение, которое наиболее отклоняется от остальных. Поэтому, для получения более точного результата, при расчете среднего арифметического значения глубины обугливания необходимо исключить промах, полученный с использованием критерия Шовенэ. Так как в ходе измерений было получено 10 значений, то для получения отклоняющегося значения необходимо провести расчеты. Результаты расчетов отмечены в таблице. В связи с тем, что разность третьего измерения больше значения произведения со стандартным отклонением, поэтому данное измерение можно считать, как промах, и исключить его из среднего арифметического значения глубины обугливания.

Таким образом, в ходе проведения исследований на конкретном примере было выяснено, что полученные результаты измерений можно использовать для количественной фиксации степени термических поражений конструкции на месте пожара, а также для построения соответствующих зон термических поражений, которая наглядно отображает место первоначального возникновения горения. Проведение исследований с использованием метода Шовенэ позволяет более точно определять значение истинной глубины обугливания на деревянных конструкциях, так как при его использовании исключается наиболее отклоняющееся значение из имеющихся на исследуемом участке. Данное обстоятельство способствует более объективному определению очага пожара, что важно для решения одной из задач пожарно-технической экспертизы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чешко И. Д. Анализ экспертных версий возникновения пожара. В 2-х книгах. СПбФ ФГУ ВНИИПО МЧС России, Кн. 1 / И. Д. Чешко, В. Г. Плотников. – Санкт-Петербург : ООО «Типография «Береста», 2010. – 708 с.

2. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. – М.: ВНИИПО, 2002. – 330 с.

3. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров: Сборник методических рекомендаций / Под ред. И.Д. Чешко и А.Н. Соколовой. СПб, СПб филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2008 – 279 с.

УДК 66.022.387

С. С. Малаховский, Н. В. Костромина, Ю. В. Олихова, И. Ю. Горбунова
Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С ПОНИЖЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТЬЮ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: разработаны трудновоспламеняемые полимерные композиционные материалы на основе ненасыщенной полиэфирной смолы. Материалы обладают пониженной пожарной опасностью и могут быть использованы в строительной отрасли. Установлено, что использование антипиренов совместно с разработанным модификатором позволяет получить полимерные композиционные материалы с высоким уровнем физико-механических свойств.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, пониженная пожарная опасность, антипирены, трудновоспламеняемые полимерные композиты.

S. S. Malahovski, N. V. Kostromina, Yu. V. Olihova, I. Yu. Gorbunova

POLYMER COMPOSITES WITH REDUCED FIRE HAZARD FOR THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS

Abstract: flame-retardant polymer composite materials based on unsaturated polyester resin have been developed. The materials have a reduced fire hazard and can be used in the construction industry. It has been established that the use of fire retardants together with the developed modifier makes it possible to obtain polymer composite materials with a high level of physical and mechanical properties.

Keywords: polymer composite materials, reduced fire hazard, flame retardants, flame retardant polymer composites.

Создание полимерных композиционных материалов с пониженной горючестью является актуальной задачей, позволяющей расширить области использования полимерных материалов. Использование антипиренов особенно важно при использовании полимеров в строительной отрасли. Известно, что введение антипиренов приводит, как правило, к снижению физико-механических свойств композитов. Поэтому важной задачей при создании композитов с пониженной пожарной опасностью является сохранение на высоком уровне их эксплуатационных характеристик. Введение в полимерную матрицу дисперсных наполнителей целесообразно для создания материалов массового производства, в том числе и для строительной отрасли.

Композиционные материалы, содержащие дисперсные наполнители, которые равномерно распределены в материале, как правило, характеризуются изотропией свойств, оптимум которых достигается при степени наполнения, обеспечивающей адсорбцию всего объема связующего поверхностью частиц наполнителя. Дисперсный наполнитель уменьшает усадку при прессовании, повышает жесткость и твердость изделий из композиционных материалов. В ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» разработаны антипирены на основе эпоксифосфазенов, которые позволяют значительно снизить пожарную опасность полимерных композитов [1-3]. Эффективно решить задачу создания трудновоспламеняемых полимерных композиционных материалов позволяет замена части дисперсного на наноразмерный наполнитель, который является регулятором прочностных характеристик и позволяет сократить количество антипирена в системе [4-10].

Для создания полимерных композиционных материалов для облицовочных строительных панелей в качестве связующего использовали предускоренную ортофталевую ненасыщенную полиэфирную смолу (с введенным ускорителем), в качестве катализатора – пероксид метилэтилкетона. Для создания высоконаполненных материалов применяли кварцевый наполнитель различной дисперсности. Для получения трудновоспламеняемых составов на основе полиэфирных смол вместе с одной из фракций кварца (заменяя ее часть) вводили твердые сыпучие неорганические антипирены, а часть используемой полиэфирной смолы заменяли модификатором – эпоксивинилэфирной смолой на основе новолака.

Составы готовили на стандартном оборудовании. В смеситель с лопастной мешалкой загружали полиэфирную смолу, затем вводили модификатор (эпоксивинилэфирную смолу на основе новолака), перемешивали в течение 4–5 минут и добавляли перекисный катализатор, перемешивали (4–5 минут). В отдельном смесителе предварительно смешивали средние фракции и крупную фракцию кварцевого наполнителя. В связующее порциями при непрерывном перемешивании добавляли антипирены и кварцевый наполнитель – сначала мелкую фракцию, затем смесь средних и крупной фракций наполнителя. Время перемешивания системы до образования однородной массы — 12–15 минут. Из полученного материала методом прессования были получены облицовочные панели. На рисунке представлены полученные образцы и установка на определение воспламеняемости по ГОСТ 30402-96).



а



б

Рисунок. Образцы (а) и установка для испытаний по ГОСТ 30402-96 (б)
Для получения группы воспламеняемости В1 (трудновоспламеняемый),

образцы должны выдержать воздействие факела 15 мин, воздействие открытого пламени с интервалом 10 с при температуре около 700 °С. Испытание прекращали, если образец воспламенился и не погас до следующего «кивка» факела. Данные исследования композиций на воспламеняемость представлены в таблице.

Таблица. Воспламеняемость высоконаполненных полимерных композитов

№ состава	Состав	Содержание компонентов, масс. ч.	Время начало горения, мин	Примечание
1	полиэфирная смола	8,9	Горит на первых секундах	
	оксид кремния (SiO ₂)	89,8		
	перекись	1,3 (от массы полиэфирной смолы)		
2	полиэфирная смола	8,9	12	Трудности при прессовании – низкая вязкость. Всполохи на 4 мин
	оксид кремния (SiO ₂)	80,9		
	Перекись	1,3 (от массы полиэфирной смолы)		
	Антипирен + органобентонит	8,9		
3	полиэфирная смола + модификатор	8,9	15	Не горит, нет всполохов
	оксид кремния (SiO ₂)	80,9		
	Перекись	1,3 (от массы полиэфирной смолы)		
	Антипирен + органобентонит	8,9		

Установлено, что исходный состав (состав 1) является легкогорючим материалом, его воспламенение происходит через 2–3 с после воздействия факела с быстрым распространением пламени.

Установлено, что применение широко используемых антипиренов не позволяет достичь требуемого уровня устойчивости к воспламенению (15 минут после воздействия пламени).

На основе проведённых исследований видно, что антипиреном, значительно повышающим время воспламеняемости композиций, является органобентонит, представляет собой продукт химического взаимодействия бентонита с четвертичной аммониевой солью. Принцип действия органобентонита заключается в образовании пространственной структуры на молекулярном уровне. Эти его свойства позволяют при производстве полимерных композитов повышать их теплостойкость, огнестойкость, прочностные характеристики.

Наиболее удовлетворяет условиям испытаний состав связующего с добавкой модификатора (эпоксивинилэфирной смолой на основе новолака). Соотношение связующего и твердая фракции состава остаётся неизменным. В формуле состава заменяется мелкодисперсная порошкообразная фракция кварцевого наполнителя на антипирены. Физико-механические свойства разработанных материалов остаются на уровне состава 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов А.В., Сарычев И.А., Онучин Д.В., Сиротин И.С. Модификация эпоксидных связующих наночастицами и полифункциональными фосфорсодержащими эпоксидными олигомерами / В книге: VIII ежегодная конференция Нанотехнологического общества России. Сборник тезисов. Научное издание. Ответственный редактор Д.С. Андреюк. – 2017. – С. 119-122.
2. Киреев В.В., Биличенко Ю.В., Сиротин И.С., Филатов С.Н. Успехи в области синтеза олигомерных эпоксифосфазенов пониженной горючести // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. – 2022. – Т. 64. – № 2. – С. 85-106.
3. Киреев В.В., Биличенко Ю.В., Бредов Н.С. Термостойкие связующие на основе олигомерных органосилесквиоксанов // Пластические массы. – 2022. – № 3-4. – С. 5-10.
4. Костромина Н.В. Разработка трудновоспламеняемых композиций на основе полиэтилена / В книге: Олигомеры-2015: сборник тезисов докладов V Международной конференции-школы по химии и физикохимии олигомеров. отв. редактор М. П. Березин. – 2015. – С. 235.
5. Костромина Н.В., Олихова Ю.В., Осипчик В.С. Применение алюмосиликатного наполнителя для повышения огнестойкости полиолефинов // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2015. – № 7 (164). – С. 151-154.
6. Бродский Ю.А., Файнштейн И.З. Органобентонит – эффективная добавка при производстве лакокрасочных и других отделочных материалов // Строительные материалы. – 2000. – № 10. – С. 44-45.
7. Гадельшин Р.Н., Пономарев П.В., Вольфсон С.И. Влияние органобентонитов на огнестойкость силиконовых резин / В сборнике: Пром-Инжиниринг. Труды IV международной научно-технической конференции. – 2018. – С. 173-176.
8. Хархуш А.А., Сейткасымова А.А., Юртов Е.В. Влияние наночастиц оксидов металлов и вспучивающегося антипирена на скорость горения нанокomпозиционных материалов на основе ненасыщенной полиэфирной смолы // Успехи в химии и химической технологии. – 2020. – Т. 34. – № 8 (231). – С. 113-114.
9. Бахтина Г.Д., Кочнов А.Б., Новаков И.А. Связующие на основе винилэфирных смол. свойства, применение. снижение горючести // Пластические массы. – 2016. – № 3-4. – С. 18-25.
10. Хоанг Тхань Хай, Серцова А.А., Хархуш А.А., Юртов Е.В. Огне- и термостойкие композиционные наноматериалы на основе ненасыщенных полиэфирных смол // Химическая технология. – 2019. – Т. 20. – № 3. – С. 121-127.

УДК 536.24

Д. А. Минкин, С. А. Власов

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России им. героя России Е.Н. Зиничева

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В ПРОТОЧНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЯХ ДЛЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Аннотация: в работе рассмотрены вопросы обеспечения допустимой температуры нагревательных элементов в проточных подогревателях. Разработаны математическая и тепловая модели подогревателя, программа для автоматизации нахождения теплофизических свойств сред, расчета температур поверхностей теплообмена, плотности тепловыделений.

Ключевые слова: конвективный теплообмен; автоматизация вычислений; тепловой режим; подогреватель; теплообменный аппарат.

D. A. Minkin, S. A. Vlasov

HEAT TRANSFER MODELLING IN FLOW HEATERS FOR FLUIDS AND GASES

Abstract: article is devoted to problems of heat element's permissible temperature providing in flow heaters. Mathematical and heat models of heater and program were created for automation fluid's thermophysical properties selection, heat exchange surface's temperature and heat flux densities calculations.

Keywords: convective heat flux, calculating automation, heat regime, heater, heat exchanger.

Введение

Для решения задач предупреждения образования отложений парафинов, гидратов и закупорок в трубопроводной системе транспортировки углеводородных ресурсов и других жидкостей и газов в настоящее время применяются различные методы [1, 3, 4]. Наряду с внесением ингибиторов, осушением, использование проточных электрических подогревателей показало высокую эффективность.

Ввиду многообразия транспортируемых жидкостей и газов, широкого диапазона рабочих давлений и температур, существенных различий их теплофизических свойств, а также множества вариантов конструкции подогревателей, проектирование проточных подогревателей требует учета большого числа факторов. В настоящее время для этих целей используются программные продукты, реализующие численные методы, например, Comsol, Ansys и т.п. Выполнение решения с их помощью позволяет получить результаты с высокой степенью детализации. При этом проектировочный тепловой расчет подогревателя проводится в сопряжении с соответствующим гидродинамическим расчетом, использованием трехмерной геометрической модели, прочностным расчетом. Таким образом, для получения корректных результатов вычислений требуются пользователи с высокой квалификацией и специальными знаниями, высокопроизводительные аппаратные средства, а также длительное время подготовки расчета по каждой модели подогревателя.

Для того, чтобы существенно сократить время на принятие принципиальных решений по конструкции каждой разрабатываемой модели, в частности, о необходимой мощности нагревателей, их количестве, оценке максимальной температуры необходимо автоматизировать процесс предварительных вычислений.

Целью настоящей работы является разработка программы для оперативного решения задачи расчета ключевых параметров конструкции подогревателя.

Для этого необходимо решить задачи:

- разработать тепловую и математическую модели проточного подогревателя;
- автоматизировать процесс выбора теплофизических свойств подогреваемых сред;
- провести тепловой расчет проточного подогревателя.

Методика расчета и программа

Основой конструкции подогревателей для жидкостей и газов является сосуд, внутри которого находятся нагревательные элементы, как показано на рис.1. Подогреваемая среда подается и отводится через соответствующие патрубки.

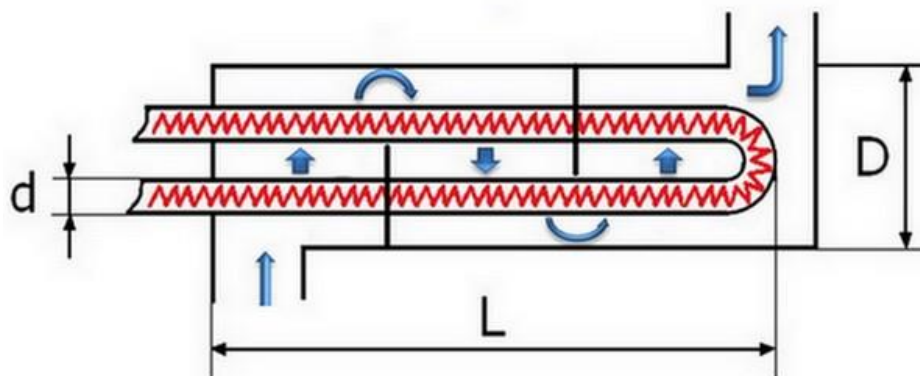


Рис. 1. Принципиальная схема проточного подогревателя

В процессе проектировочного расчета необходимо определить мощность тепловыделений для нагрева жидкости до заданного уровня температуры, количество нагревательных элементов, температуру их поверхности, удельную мощность тепловыделений. Принимая допущение, что теплообмен внешней поверхности подогревателя с окружающей средой отсутствует, и вся выделившаяся на нагревателях теплота передается проточной среде, необходимая мощность P определяется с помощью соотношения [5]:

$$P = cG(t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}), \quad (1)$$

c – удельная теплоемкость подогреваемой среды, Дж/кгК; G – массовый расход подогреваемой среды, кг/с; $t_{\text{вх}}$, $t_{\text{вых}}$ – температуры подогреваемой среды соответственно на входе и выходе подогревателя, °С.

На основе найденной мощности тепловыделений P , возможно найти удельную мощность тепловыделений q :

$$q = \frac{P}{nA}, \quad (2)$$

где n – число нагревателей, $A = \pi dl$ – площадь поверхности одного нагревательного элемента диаметром d и длиной l .

Температура поверхности нагревателя будет иметь максимальное значение вблизи выходного патрубка, и может быть найдена из уравнения конвективного теплообмена Ньютона-Рихмана.

$$t = t_{\text{вых}} + \frac{P}{\alpha n A} \quad (3)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К).

Коэффициента теплоотдачи зависит от множества параметров, среди которых скорость движения проточной среды, кинематическая вязкость, теплопроводность, плотность, коэффициент объемного расширения, теплоемкость [2], геометрические размеры обтекаемой поверхности.

Скорость движения проточной среды может быть найдена исходя из известного массового расхода G прокачиваемой среды и площади S , не занятой нагревательными элементами внутри сосуда.

$$v = \frac{G}{\rho S} \quad (4)$$

Основная сложность расчета заключается в нахождении коэффициента теплоотдачи α . Для этого используются полуэмпирические расчетные соотношения, построенные на основе теории подобия [5]. В ходе вычислений используются справочные данные по теплофизическим свойствам подогреваемой среды для соответствующих давлений и температуры; в зависимости от направления движения жидкости, расчет ведется для продольного или поперечного обтекания нагревательных элементов.

Таким образом, нахождение оптимальной конфигурации подогревателя, требует многократных подобных операций по представленной методике. Чтобы автоматизировать процесс расчета разработана программа, реализующая алгоритм, показанный на рис. 2. В её состав входят блоки:

1 – ввод исходных данных: температуры подогреваемой жидкости или газа на входе и выходе; теплофизические свойства; расход; размеры подогревателя, их количество и диаметр сосуда.

2 – расчет: скорости движения среды, площади поверхности теплообмена, мощности тепловыделений, плотности мощности тепловыделений;

3 – условный переход: выбор типа конструкции подогревателя «без перегородок», «с перегородками»;

4, 8 – расчет чисел подобия по критериальным соотношениям для продольного или поперечного обтекания подогревателя;

5, 9 – условный переход: режим движения среды (ламинарный или турбулентный);

6, 7, 10, 11 – расчет коэффициента конвективного теплообмена;

12 – расчет температуры поверхности подогревателей;

13 – вывод результатов расчета: полная и удельная мощность подогревателей; коэффициент конвективного теплообмена, температура поверхности подогревателей и параметров, определяющих условия конвективного теплообмена.

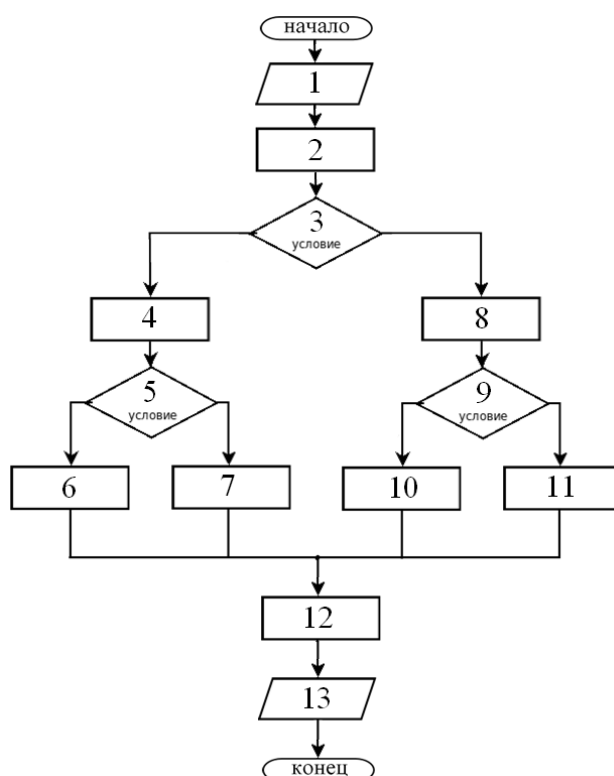


Рис. 2. Блок-схема программы

На рис. 3 показано окно программы, на котором представлены соответствующие поля, характеризующие основные параметры теплового расчета подогревателя. Программа позволяет проводить выбор подогреваемой среды и в таком случае автоматизирует ввод теплофизических свойств в исходных данных расчета, кроме того исходные данные могут быть введены в ручном режиме. Расчет температуры и других параметров подогревателя происходит каждый раз автоматически после внесения изменения в любое из полей с исходными данными.

Достоверность получаемых с помощью программы результатов подтверждена в результате сравнения с параметрами уже эксплуатирующихся проточных подогревателей для природного газа, воздуха, нефти. Расхождения не превышают 15%. Это может быть связано с более сложным характером движения жидкости внутри подогревателя, сопровождающееся одновременно и поперечным, и продольным обтеканием нагревателей.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Представленные в работе методика расчета параметров подогревателей для жидкостей и газов и соответствующая программа, реализующая процесс вычислений, позволяют оперативно рассчитывать оптимальные параметры конструкции подогревателей. Особое внимание уделено возможности автоматического ввода теплофизических свойств ряда подогреваемых сред.

Сравнение результатов расчета с экспериментальными данными показало удовлетворительную сходимость, что позволяет рекомендовать программу для практического применения.

Расчет параметров кожухотрубных электрических подогревателей для жидкостей и газов

Рабочие условия

Давление: 3 бар

Температура на входе: -17 °C

Плотность на входе: 2,284 кг/м³

Вязкость на входе: 4,3E-0006 м²/с

Теплопроводность на входе: 0,0283 Вт/мК

Теплоемкость на входе: 2168 Дж/кгК

Плотность на выходе: 2,074 кг/м³

Вязкость на выходе: 5,1E-0006 м²/с

Теплопроводность на выходе: 0,0315 Вт/мК

Теплоемкость на выходе: 2207 Дж/кгК

Расчет мощности

Мощность на процесс нагрева: 64,5 кВт

Тепловые потери: 0 кВт

Коефф. безопасн.: 5 %

Установочная мощность: 67,7 кВт

Параметры подогревателя

Внутренний диаметр сосуда: 197 мм

Количество ТЭН: 15 шт

Диаметр ТЭН: 16 мм

Погружная длина: 2000 мм

Мощность одного ТЭН: 4,516 кВт

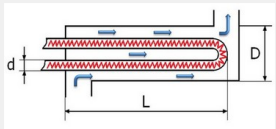
Удельная мощность: 2,25 Вт/см²

Температура нагревательных элементов: 103 °C

Площадь поверхности теплообмена: 3,01 м²

☒ без перегородок

☐ с перегородками, шт: 6



Общее падение давления

Диаметр патрубка: входного 100 мм, выходного 100 мм

Скорость в патрубке: входном 65,8 м/с, выходном 72,5 м/с

Гидравлическое сопротивление: вход 0,0350 бар, выход 0,0212 бар, суммарное 0,0823 бар

Условия теплообмена

Критерий Re: 217230

Критерий Pr: 0,747

Критерий Nu: 345

Коефф. теплоотдачи: 224 Вт/м²К

Плотность: 2,175 кг/м³

Вязкость: 4,7E-0006 м²/с

Теплопроводность: 0,0299 Вт/мК

Теплоемкость: 2186 Дж/кгК

Рис. 3. Окно расчетной программы

Следует отметить возможность дальнейшего совершенствования разработанной программы в части расширения перечня подогреваемых сред, увеличения вариантов конструкций подогревателей, способов их размещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белкина С.А., Нагаева С.Н. Причины образования асфальтосмолопарафинистых отложений в НКТ // Вестник ЮГУ. 2016. №3 (42).
2. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука, 1972 г. 720 стр. с ил.
3. Рахматуллин Д. Р., Фахрисламова Э. Ш., Краснов А. Н. Обзор методов предупреждения гидратообразования в трубопроводах газовых промыслов // Электропривод, электротехнологии и электрооборудования предприятий: сб. науч. тр. конф. Уфа, 2015. С.48.
4. Тройникова А.А. Экспериментальные исследования ингибиторов гидратообразования на основе хлоридов двухвалентных металлов / А.А. Тройникова и др. // Вести газовой науки. – 2017. №2 (30). С.104 – 109.
5. Цветков Ф. Ф. Тепломассообмен: учебник для вузов. / Цветков Ф.Ф., Григорьев Б. А. // М. : Издательский дом МЭИ, 2011. 562 с., с ил.

УДК 543.544.5.068.7

К. И. Морозова, А. С. Лебедев

Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

ОБНАРУЖЕНИЕ СУБСТАНДАРТНОГО СЛИВОЧНОГО МАСЛА МЕТОДОМ БИК-СПЕКТРОСКОПИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХЕМОМЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Аннотация: предложена экспрессная и селективная методика обнаружения субстандартного сливочного масла, основанная на методе БИК-спектроскопии с применением метода SIMCA. Построенная классификационная модель показала адекватные результаты при классификации качественных сливочных масел и масложировой продукции.

Ключевые слова: спектроскопия в ближней инфракрасной области, дискриминантный анализ, метод главных компонент, хеометрика, сливочное масло.

K. I. Morozova, A. S. Lebedev

DETECTION OF SUBSTANDARD BUTTER BY NIR-SPECTROSCOPY USING CHEMOMETRIC DATA PROCESSING

Annotation: a rapid and selective method for detecting substandard butter based on the method of NIR-spectroscopy using the SIMCA method is proposed. The constructed classification model showed adequate results in the classification of high-quality butter and fat-and-oil products.

Keywords: near-infrared spectroscopy, discriminant analysis, principal component analysis (PCA), chemometrics, butter.

Введение

Сливочное масло преимущественно состоит из молочного жира, по сравнению с другими животными жирами характеризуется высокой усвояемостью жирных кислот [1].

Вследствие распространения фальсификации сливочного масла путем введения в его состав растительных масел (пальмового, пальмоядрового и др.) актуальна стала разработка чувствительных, надежных и недорогих методик идентификации сливочного масла. Одним из таких подходов к анализу является спектроскопия в ближней инфракрасной области (БИК-спектроскопия).

Целью данной работы является разработка методики идентификации образцов сливочного масла методом БИК-спектроскопии с применением хеометрических методов обработки данных.

Экспериментальная часть

Перед проведением анализа образцов методом БИК-спектроскопии проведена пробоподготовка по ГОСТ 32261-2013, которая заключалась в выделении жировой фазы сливочного масла: исследуемый образец растапливали, фильтровали через бумажный складчатый фильтр в сушильном шкафу при температуре 60°C [3]. После выделения жировой фазы её дозировали по массе и охлаждали до затвердевания при температуре 3°C в холодильнике.

Для построения классификационной модели сливочного масла сформирована база данных БИК-спектров (калибровочный и тестовый наборы). Калибровочный набор состоит из 54 образцов сливочного масла и 3 образцов с частичной или полной заменой молочного жира растительным сырьем, тестовый набор состоит из 7 коммерческих образцов сливочного масла и спредов растительно-жировых. Получение БИК-спектров проводилось на приставке диффузного отражения NIRA в застывшем состоянии в диапазоне сканирования от 9000 до 4000 см^{-1} , шаг сканирования – 2 см^{-1} .

С помощью надстройки для Excel *Chemometrics Add-In v 2.1* проведен подбор оптимальной постобработки данных перед дальнейшим анализом методом SIMCA. Проверка адекватности, качества и точности хеометрических моделей осуществлена посредством полной перекрестной кросс-валидации и тест-валидации коммерческих образцов.

С помощью программы *AssureID 4.3.8.210* проводилось построение классификационной модели и анализ образцов. Для хеометрической обработки результатов использован метод формального независимого моделирования аналогий классов (SIMCA).

Результаты и их обсуждение

В спектрах БИК-диапазона (от 12500 до 4000 см^{-1}) область от 6250 до 4000 см^{-1} наиболее информативна, поскольку здесь полосы поглощения имеют наибольшую амплитуду. На рис. 1 представлен типичный спектр образца жировой фазы сливочного масла «Обережье» в ближней инфракрасной области.

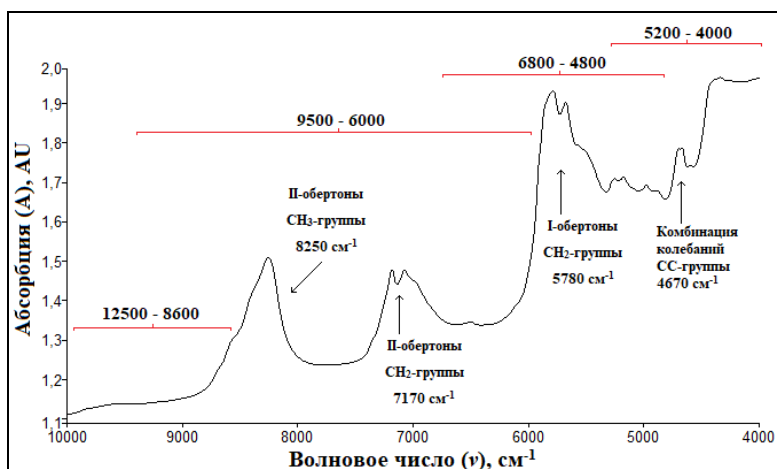


Рис. 1. БИК-спектр образца сливочного масла «Обережье»

Различия между сливочным маслом и продуктами с заменителями молочного жира обусловлены разницей в длине цепей, степени ненасыщенности и наличии транс-жирных кислот в частично гидрогенизированных маслах [4]. В результате сравнения БИК-спектров спреда растительно-жирового «Крестьянское» и сливочного масла «Обережье» (рис. 2) корреляция данных (R) составила – 0,96, что указывает на близость спектральных характеристик спреда к сливочному маслу. Как видно из рис. 2 полосы при 5780 см^{-1} и 4670 см^{-1} , соответствующие сигналам от колебаний C-H и C=C, для спреда достаточно интенсивные, что, должно быть, связано с большим количеством ненасыщенных жирных кислот, чем в сливочном масле.

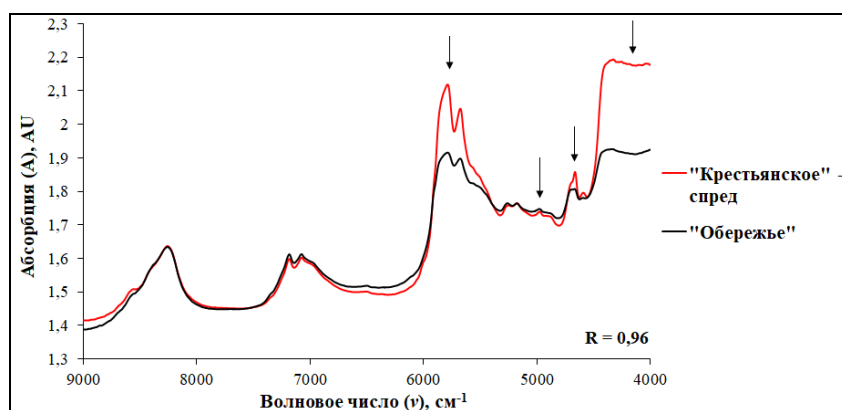


Рис. 2. Сравнение БИК-спектров сливочного масла «Обережье» и спреда растительно-жирового «Крестьянское»

Для построения классификационной модели использовано 54 образца сливочного масла и 3 образца с частичной или полной заменой молочного жира растительным сырьем (далее «выбросы»), заведомо внесенные в будущую модель с целью поиска наилучшего способа обработки данных и проверки модели на селективность.

Перед построением модели проводилось автошкалирование данных, используемое для уравнивания вклада переменных в хеометрическую модель.

Анализируемые количественные переменные в области наибольшей вариации (5910 см^{-1}) проверены на нормальность распределения с помощью непараметрического критерия Колмогорова-Смирнова. Распределение данных в области 5910 см^{-1} нормально ($p\text{-value}=0,72 > 0,05$).

На основе автошкалированных данных строилась модель с применением метода главных компонент. Обработка автошкалированных данных с помощью второй производной позволяет фиксировать две соседние полосы поглощения, разделенные меньшим интервалом длин волн, т.е. позволяет идентифицировать скрытые экстремумы в спектре. Также экспериментально установлено, что для анализа сливочного масла наиболее репрезентативной моделью является постобработка, заключающаяся во взятии второй производной.

На графике «Счетов» со взятием второй производной (рис. 3) суммарный процент объясненной дисперсии составляет 58% ($PC1+PC2$). Маркерами на рисунке отмечены образцы спредов растительно-жировых и растительного масла, расположенные далеко от остальных образцов тренировочной выборки, что свидетельствует о том, что они сильно отличаются от других образцов тренировочной модели.

Также было проведено обнаружение «выбросов» в калибровочном наборе образцов по сочетанию F-статистики и критического уровня значимости статистики T^2 Хотеллинга. На графике «Оценки выбросов» (Хотеллинга) со взятием второй производной (рис. 4) модель однозначно распознала «выбросы» (спектры, которые одновременно не соответствуют этим двум критериям).

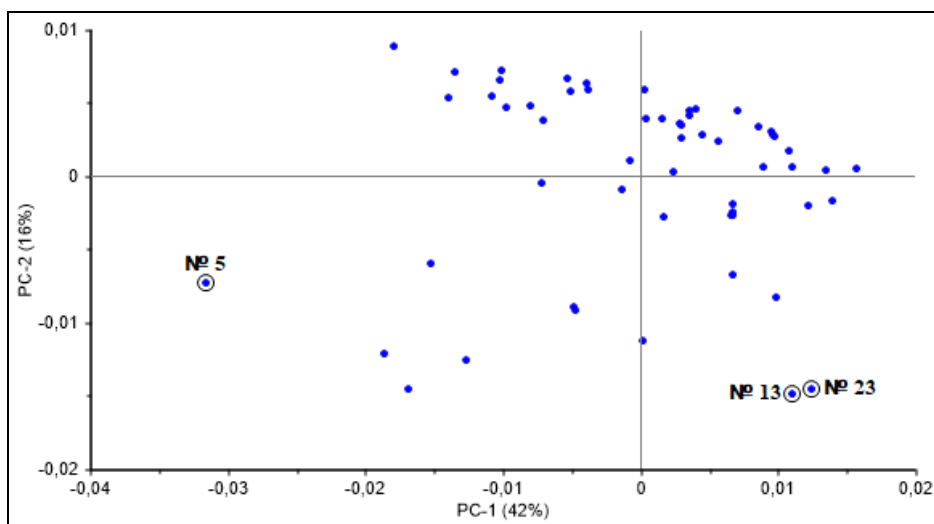


Рис. 3. График «Счетов» (Scores) со взятием второй производной. «Выбросы» (5, 13, 23) промаркированы

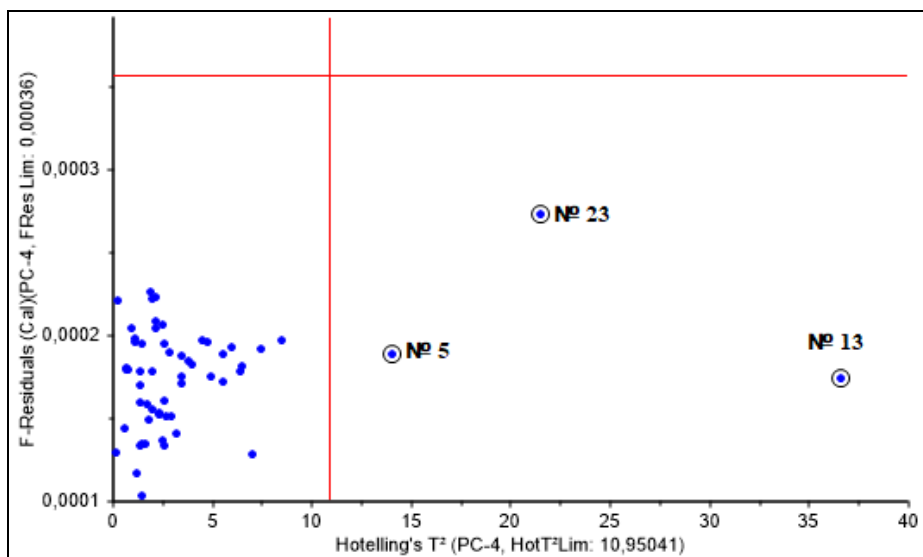


Рис. 4. График «Оценки выбросов» (Хотеллинга) со взятием второй производной. «Выбросы» (5, 13, 23) промаркированы

Для оценки аналитической модели и ее поведения на независимых данных применена перекрестная проверка (кросс-валидация), суть которой – поэлементное исключение одного из образцов тренировочной выборки, и проверка модели на способность предсказывать активность или свойство исключенного элемента. Исследуемая модель достаточно хорошо предсказывает большинство образцов при их исключении, в отношении «нетипичных» образцов модель предсказывает их гораздо хуже, что является естественным.

Для хемометрической обработки результатов использован метод SIMCA. В таблице представлены результаты валидации калибровочной модели по БИК-спектрам тестового набора.

Таблица . Результаты применения метода SIMCA

№	Название	Тип образца	Результат классификации	Общее соотношение расстояний	Предел соотношения расстояний
1	«EKONIVA»	Масло сливочное	Прошел	0,9484	1,0000
2	«Молочная фамилия»	Масло сливочное	Прошел	0,9463	1,0000
3	«Радость вкуса»	Масло сливочное	Прошел	0,7727	1,0000
4	«Хуторок»	Масло сливочное	Прошел	0,9471	1,0000
5	«Рам»	Спред растительно-жировой	Не прошел	1,1120	1,0000
6	«Сливочник»	Спред растительно-жировой	Не прошел	5,6922	1,0000
7	«Ильинское»	Спред растительно-жировой	Не прошел	1,2924	1,0000

Если значение коэффициента общего соотношения расстояний не превышает предела соотношения расстояний, то подтверждается нахождение спектра исследуемого образца внутри сферы, т.е. позволяет сделать вывод о том, что данный образец тренировочной выборки является сливочным маслом. Выявлено, что 4 образца не содержат в составе заменителей молочных жиров (сливочное масло); в 3 образцах обнаружены заменители молочного жира (согласно маркировке образцы относятся к спредам растительно-жировым).

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Разработанная методика характеризуется сравнительной дешевизной, простотой и быстротой пробоподготовки. Построенная классификационная модель показала адекватные результаты при классификации качественных сливочных масел, а также масложировой продукции, что свидетельствует о перспективности применения хемометрических методов для качественной идентификации сливочного масла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *СерEGIN И.Г.* и др. Совершенствование лабораторного контроля сливочного масла // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2019. – Т. 14. – № 2. – С. 170–178.
2. *Николаева М.А., Положишников М.А.* Идентификация и обнаружение фальсификации продовольственных товаров : учеб. Пособие. – М. : ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2009. – 464 с.
3. ГОСТ 32261-2013. Масло сливочное. Технические условия (с Поправками). – М. : Стандартинформ, 2019. – 24 с. (Межгосударственный стандарт).

4. Koca N. et al. Application of temperature-controlled attenuated total reflectance-mid-infrared (ATR-MIR) spectroscopy for rapid estimation of butter adulteration // Food Chemistry. – 2010. – P. 778–782.

УДК 537.525

Д. Б. Мурин, И. А. Чесноков, И. А. Гоголев, А. Ю. Граждян, С. А. Пивоваренок, А. М. Ефремов

Ивановский государственный химико-технологический университет

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ CF_4/X ($X = N_2, O_2, H_2$)

Аннотация: проанализировано влияния молекулярных добавкой азота, кислорода и водорода на электрофизические свойства тлеющего разряда постоянного тока тетрафторметана (CF_4 , фреон R-14). Получены экспериментальные данные по величине приведенной мощности, температуре газа и приведенной напряженности электрического поля.

Ключевые слова: плазма, тлеющий разряд, тетрафторметан, температура газа, приведенная напряженность электрического поля.

D. B. Murin, I. A. Chesnokov, I. A. Gogulev, A. Yu. Grazhdyan, S. A. Pivovarenok, A. M. Efremov

ELECTROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF DC GLOW DISCHARGE BINARY MIXTURES CF_4/X ($X = N_2, O_2, H_2$)

Annotation: the influence of molecular additives of nitrogen, oxygen and hydrogen on the electrophysical properties of a direct current glow discharge of tetrafluoromethane (CF_4 , freon R-14) is analyzed. Experimental data on the magnitude of the reduced power, gas temperature, and reduced electric field strength have been obtained.

Keywords: plasma, glow discharge, tetrafluoromethane, gas temperature, reduced electric field strength.

Фторсодержащие газы (CF_4 , CHF_3 , CCl_2F_2 , SF_6) являются классической плазмообразующей средой при проведении процессов химического и реактивно-ионного травления кремния при изготовлении структурных элементов интегральных микросхем. Основным интерес здесь представляют атомы фтора (F) и фторсодержащие радикалы (CF_x), образующиеся при диссоциации молекул плазмообразующих газов, и ответственные за целевой характер обработки поверхности. Однако с развитием технологии плазменной обработки поверхности также стало понятно, что использование бинарных (двойных) или даже более сложных газовых смесей позволяет обеспечивать ряд дополнительных преимуществ по сравнению с обработкой в индивидуальном газе. Так например, при добавлении

второго газа можно добиться: стабилизации плазмы (ликвидация явления стратификации – плазма горит равномерно по всей длине разрядного промежутка), более высоких значений скоростей травления (разбавление основного газа ~ 20% второго газа приводит к заметному увеличению параметра скорости травления при экономии основного газа), селективности и анизотропии процесса (более качественный профиль травления) при формировании топологии микросхем [1, 2], защиты откачных средств и повышения экологической чистоты производства (разбавлении основного газа приводит к уменьшению концентрации опасных компонентов в отходящих газах плазмохимических установок). Кроме этого введение в плазмообразующий газ: 1) кислорода (O_2) позволяет дополнительно очищать обрабатываемую поверхность от углеродсодержащих частиц за счет образования промежуточных летучих оксидов; 2) водорода (H_2) дополнительно «подполирует» обрабатываемую поверхность. Наряду с задаваемыми параметрами разряда, начальный состав смеси (доля газовой добавки) также позволяет регулировать конечный результат обработки поверхности [3]. Целью работы являлся анализ влияния добавок молекулярных газов (N_2 , O_2 , H_2) на электрофизические свойства плазмы тетрафторметана в условиях тлеющего разряда постоянного тока.

Для исследования влияния добавки молекулярных газов на электрофизические свойства тетрафторметана использовалась типичная плазмохимическая установка проточного типа [4]. CF_4 , N_2 , O_2 набирались в хлорвиниловые емкости, откаченный до давления ~ 1 Па, из металлического баллона с маркой "чистый". Газообразный водорода получался в процессе электролиза воды на аппарате Кулон-6. В качестве варьируемых параметров плазмы выступали: давление, состав смеси и ток разряда. Для измерения напряженности электрического поля был использован 2-зондовый компенсационный метод [4]. При расчете приведенной напряженности электрического поля E/N полагалось, что распределение температуры по радиусу трубки подчиняется функции Бесселя первого рода нулевого порядка [4], а величина температуры усреднялась на полурадиус реактора. Температура газа, необходимая для определения E/N , определялась путем решения уравнения теплового баланса реактора с использованием экспериментальных данных по температуре наружной стенки. Измерение температуры наружной стенки проводилось с помощью хромель-копелевой термопары.

В ходе проведения экспериментов было обнаружено, что увеличение доли N_2 , O_2 , H_2 в смесях с CF_4 , при постоянстве силы тока, приводит к уменьшению напряженности электрического поля (таб.), и, как следствие сопровождается линейным спадом удельной мощности (рис. 1), вкладываемой в плазму смесей CF_4/N_2 , CF_4/O_2 и CF_4/H_2 .

Таблица. Зависимость параметра напряжённость электрического поля от доли N_2 , O_2 , H_2 в смесях CF_4/X ($X = N_2, O_2, H_2$)

Доля N_2 , O_2 , H_2 в смеси	E, В/см (CF_4/N_2)		E, В/см (CF_4/O_2)		E, В/см (CF_4/H_2)	
	15 мА	25 мА	15 мА	25 мА	15 мА	25 мА
0	32.36	33.12	31.95	34.29	31.75	31.95
20	34.81	35.51	31.43	32.68	24.88	23.01
50	29.14	30.21	30.13	30.26	20.73	19.09
80	27.32	25.71	25.93	27.97	16.23	14.35
100	19.32	19.38	22.12	23.12	13.77	12.57

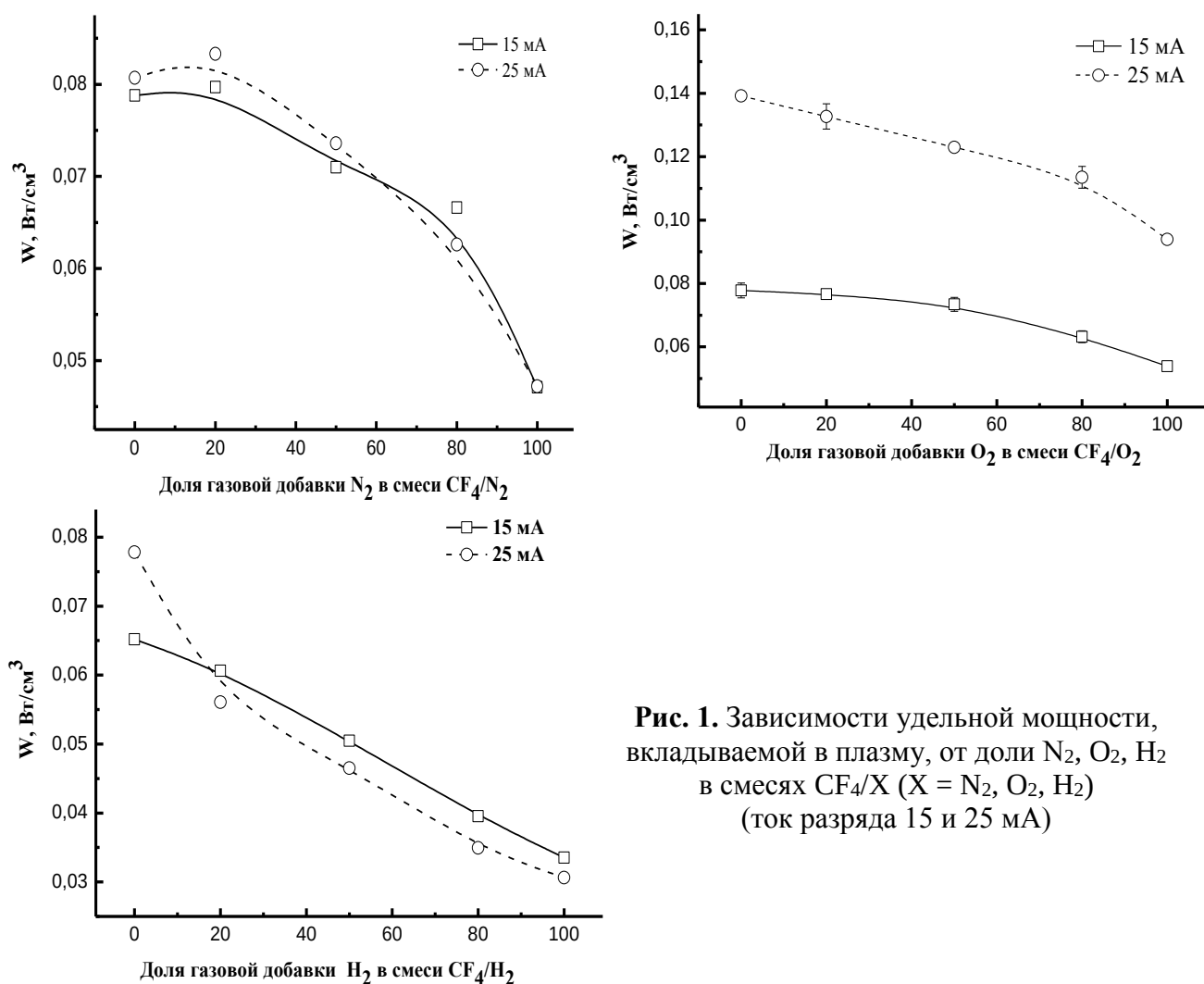


Рис. 1. Зависимости удельной мощности, вкладываемой в плазму, от доли N₂, O₂, H₂ в смесях CF₄/X (X = N₂, O₂, H₂) (ток разряда 15 и 25 мА)

При проведении экспериментов также было определено, что температура газа, для исследуемых смесей CF₄/N₂ и CF₄/H₂, практически не изменяется с увеличением доли азота и водорода в смесях и лишь при содержании азота более 80 %, а водорода 50 % начинает монотонно уменьшаться до значений, соответствующих плазме азота и водорода. В случае CF₄/O₂ происходит значительный рост температуры газа при увеличении доли кислорода в смеси. Возможным объяснением поведения полученных зависимостей может являться изменение эффективного коэффициента теплопроводности газа в исследуемых смесях.

На рис. 3 представлены зависимости приведённой напряжённости электрического поля от доли N₂, O₂, H₂ в смесях с CF₄ при различных токах разряда.

Приведенная напряженность электрического поля, в каждой исследуемой смеси, слабо зависит от тока разряда и при увеличении доли N₂, O₂, H₂ плавно уменьшается от значений, соответствующих чистому тетрафторметану до значений чистых N₂, O₂, H₂. Характер полученных экспериментальных зависимостей E/N является типичным для электроотрицательных и инертных газов и предположительно связан со снижением эффективности гибели электронов в процессе диссоциативного прилипания к молекулам тетрафторметана при добавлении N₂, O₂, H₂. В условиях постоянного тока разряда разбавление тетрафторметана N₂, O₂, H₂ приводит к снижению концентрации отрицательных ионов, росту концентрации электронов и, как следствие, к падению величины E/N в плазме.

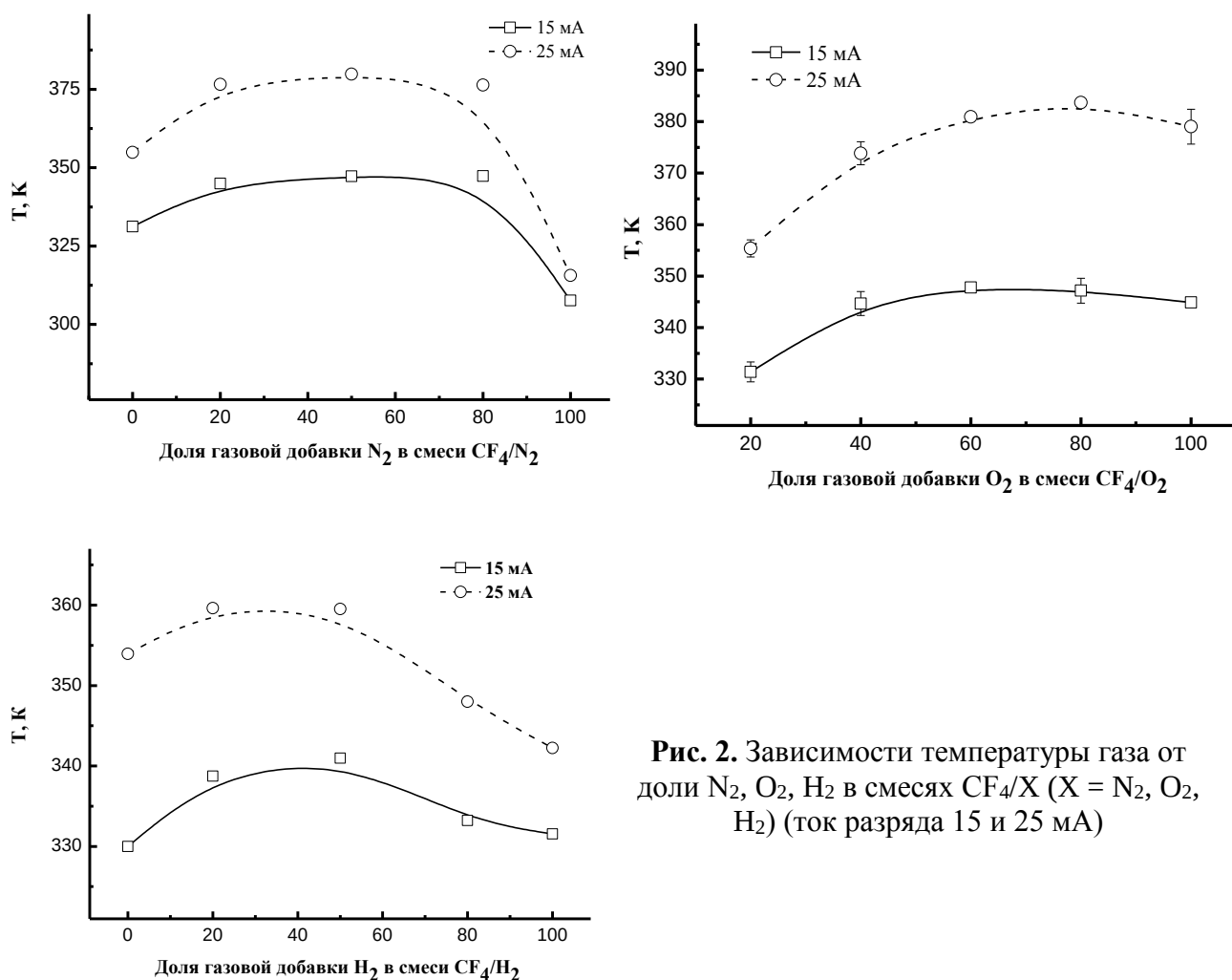


Рис. 2. Зависимости температуры газа от доли N₂, O₂, H₂ в смесях CF₄/X (X = N₂, O₂, H₂) (ток разряда 15 и 25 мА)

Проведены измерения электрофизических характеристик тлеющего разряда постоянного тока бинарных смесей CF₄/X (X = N₂, O₂, H₂) в зависимости от внешних параметров разряда в широком диапазоне условий. Показано, что величина температуры газа, для исследуемых смесей CF₄/N₂ и CF₄/H₂, практически не изменяется с увеличением доли азота и водорода в смесях и лишь при высоких степенях разбавления CF₄ (N₂ > 80 %, H₂ > 50 %) начинает монотонно уменьшаться до значений, соответствующих плазме азота и водорода. В случае CF₄/O₂ происходит значительный рост температуры газа при увеличении доли кислорода в смеси. Установлено, что поведение приведенной напряженности электрического поля типично для электроотрицательных и инертных газов.

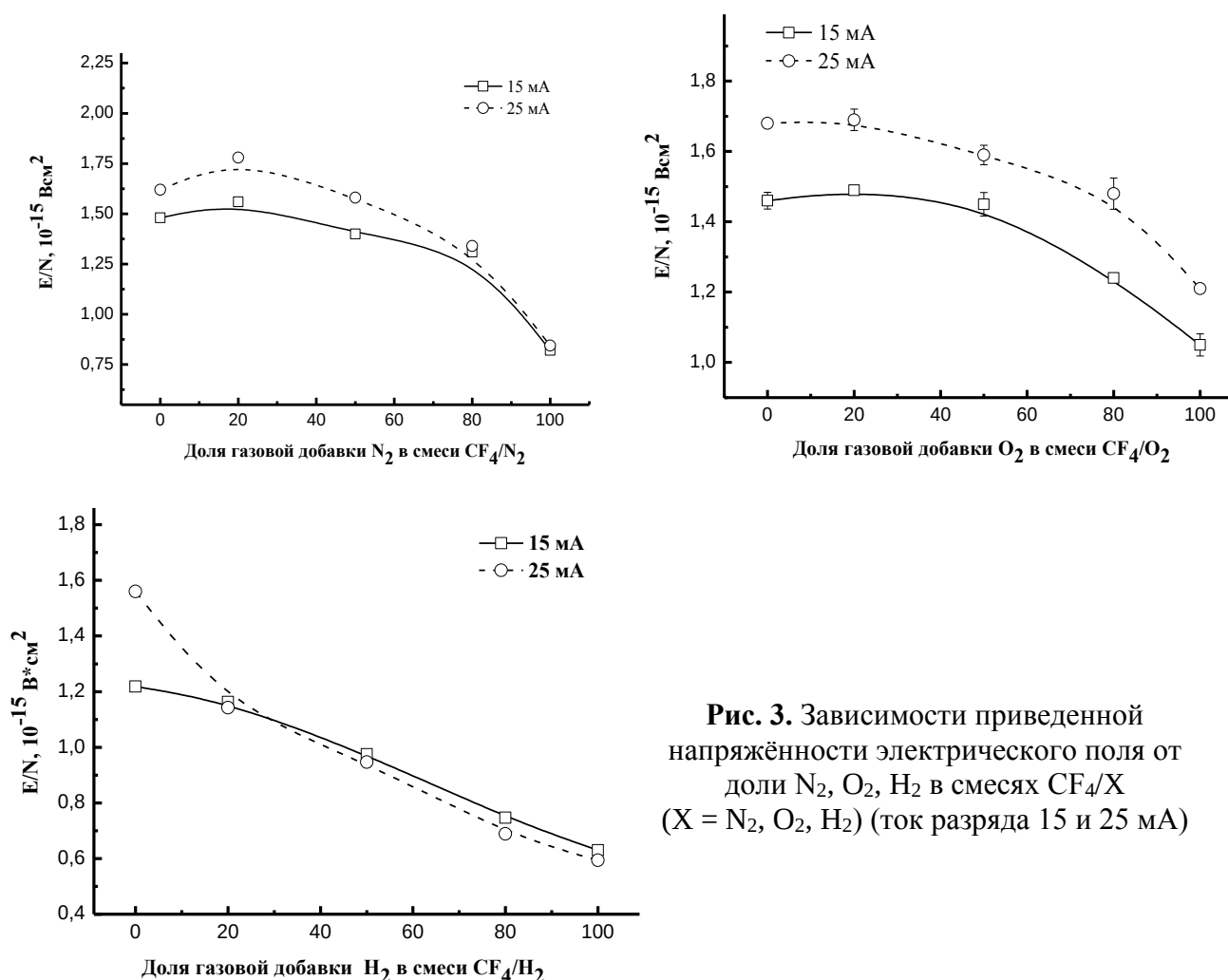


Рис. 3. Зависимости приведенной напряжённости электрического поля от доли N_2 , O_2 , H_2 в смесях CF_4/X ($\text{X} = \text{N}_2, \text{O}_2, \text{H}_2$) (ток разряда 15 и 25 мА)

Вклад результатов текущего исследования в развитие данной области науки заключается в: а) развитии теории плазмохимических процессов, устанавливающей взаимосвязи между внешними параметрами плазмы, ее внутренними характеристиками и составом, кинетикой и механизмами гетерогенных процессов плазменного травления; и б) накоплении и систематизации эмпирических данных по оптимальным режимам проведения процессов плазмохимического и реактивно-ионного травления.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-00216, <https://rscf.ru/project/22-29-00216/>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галперин В.А. Процессы плазменного травления в микро- и нанотехнологиях / В. А. Галперин, Е. В. Данилкин, А. И. Мочалов. – М. : БИНОМ, 2018. 283 с.
2. Данилин Б.С. Применение низкотемпературной плазмы для травления и очистки материалов / Б.С. Данилин, В.Ю. Киреев. – М. : Энергоатомиздат, 1987. 264 с.

3. *Ефремов А.М.* Вакуумно-плазменные процессы и технологии / А. М. Ефремов, В. И. Светцов, В. В. Рыбкин. – Иваново : Иван. Гос. Хим.-Технол. Ун-т., 2006. – 260 с.

4. *Мурин Д.Б.*, Электрофизические параметры и спектры излучения плазмы трихлорида бора / Д.Б. Мурин, А.В. Дунаев // Микроэлектроника. – 2018. – Т. 47. – №. 2. – С. 106-114.

УДК 543.421/.424

Л. С. Осипова, А. С. Лебедев

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОБНАРУЖЕНИЯ СУБСТАНДАРТНОГО САХАРА-ПЕСКА МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ БЛИЖНЕГО ДИАПАЗОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ХЕМОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Аннотация: в ходе работы была разработана методика обнаружения фальсификации сахара-песка методом БИК-спектроскопии с применением дискриминантного анализа. В процессе работы был использован метод формально независимого моделирования аналогии классов (SIMCA). Также были подобраны соответствующие условия пробоподготовки для реализации хемометрического метода анализа. Согласно данным тест-валидации.

Ключевые слова: БИК-спектроскопия, сахар-песок, фальсификация, хемометрика, методика.

L. S. Osipova, A. S. Lebedev

DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE FOR DETECTING SUBSTANDARD GRANULATED SUGAR BY NEAR-RANGE IR SPECTROSCOPY USING CHEMOMETRIC ANALYSIS

Abstract: in the course of the work, a technique was developed for detecting the falsification of granulated sugar by NIR spectroscopy using discriminant analysis. In the process of work, the method of formally independent modeling of analogies of classes (SIMCA) was used. The appropriate sample preparation conditions were also selected for the implementation of the chemometric analysis method. According to the test validation data, the discriminative model effectively classified samples based on their spectral data.

Keywords: NIR spectroscopy, refined sugar, falsification, chemometrics, methodology.

У современного потребителя высококачественные продукты питания пользуются постоянным спросом, включая и сахар различных видов. На рынке различают экстра белый сахар (категория экстра), белый сахар (категории ТС1, ТС2), фабричный белый сахар (категория ТС3). В белом сахаре категории экстра содержится не менее 99,80% сахарозы; в ТС1 и ТС2 - не менее 99,70%, в ТС3 - не менее 99,5%. Качество выпускаемого сахара принято определять по органолептическим и физико-химическим показателям [1].

Одной из наиболее распространённых форм фальсификации сахарного песка является добавление влаги, вследствие которой увеличивается масса нетто готового продукта. Кроме того, увеличение массы из-за влаги может происходить из-за несоблюдения норм хранения сахара [2].

В таблице 1 указана массовая доля влаги в сахаре, превышение которой указывает на субстандартный продукт.

Таблица 1. Содержание влаги в сахаре-песке

Наименование показателя	Значение по категориям кристаллического белого сахара, сахарной пудры без антислеживающих агентов, кускового белого сахара			
Массовая доля влаги, %, не более:	Экстра	ТС1	ТС2	ТС3
-кристаллический сахар	0,10	0,10	0,12	0,15
-Сахарная пудра без антислеживающих агентов	0,20	0,20	0,20	-
-кусковой сахар	0,25	0,25	0,25	0,25

В данной работе методом получения данных для последующей хеометрической оценки субстандартного сахара-песка выступала БИК-спектроскопия, обеспечивающая требуемый уровень селективности и чувствительности.

Спектроскопия в ближнем инфракрасном диапазоне (NIR) представляет собой аналитический метод, который пользуется все большей популярностью в пищевой промышленности из-за его низких эксплуатационных расходов и поскольку он не требует подготовки образцов. Кроме того, это неразрушающий, экологически чистый, быстрый метод, пригодный для применения в режиме at-line [3].

Идея метода заключается в том, чтобы, не разделяя компоненты, определить состав образца по его спектру в диапазоне длин волн от 780 до 2500 нм (от 12500 до 4000 см^{-1}). Метод NIR-спектроскопии во многих странах мира был официально принят для контроля качества самых разных объектов [4-5].

Целью данной работы является разработка методики выявления субстандартного белого сахара методом БИК-спектроскопии.

Для обнаружения субстандартного белого сахара требовалось подобрать условия проведения БИК-анализа и хеометрической обработки.

Были получены БИК-спектры различных навесок сахара-песка, составляющие 0,10 г; 0,25 г; 0,50 г; 1,00 г; 2,00 г; 5,00 г (рис.1). Шаг сканирования составлял 2 см^{-1} . Рабочий диапазон для работы в БИК-области составил от 11000 до 4000 см^{-1} , так как на волновых числах свыше 11000 см^{-1} не было информативных сигналов.

При программном попарном сравнении БИК-спектров образца сахара (сахар «Чуточка» категории ТС2) с использованием различных навесок, установили:

При навесках образца менее 0,5 г, возникали погрешности измерений, снижалась амплитуда сигналов.

При навесках образца 2 г и более, характер спектральных данных не менялся в сравнении с навеской 1г.

Таким образом, была определена оптимальная навеска образца, составляющая 1 г.

Следующий этап работы заключался в анализе типичного БИК-спектра белого сахара (рис. 2).

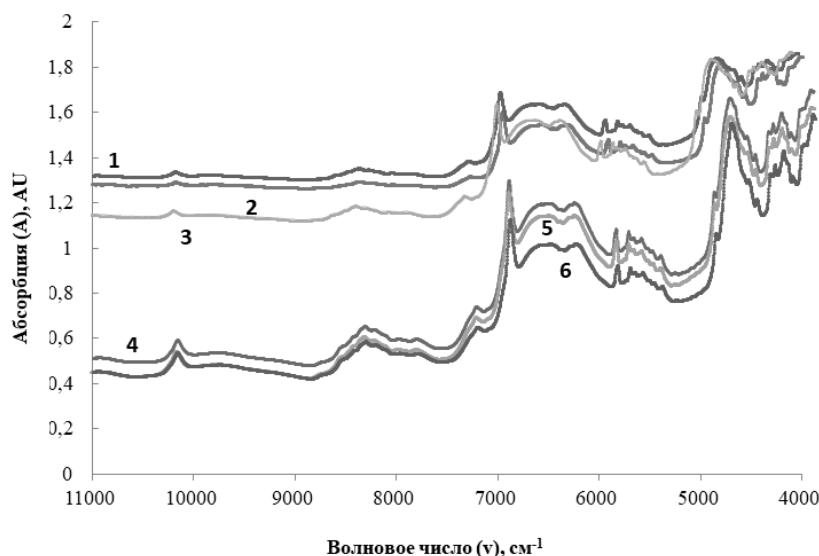


Рис. 1. БИК-спектры сахара-песка соответствующие различным навескам.
1-0,25 г; 2 – 0,10 г; 3 – 0,50 г; 4 – 1,00 г; 5 – 2,00 г; 6 – 5,00 г

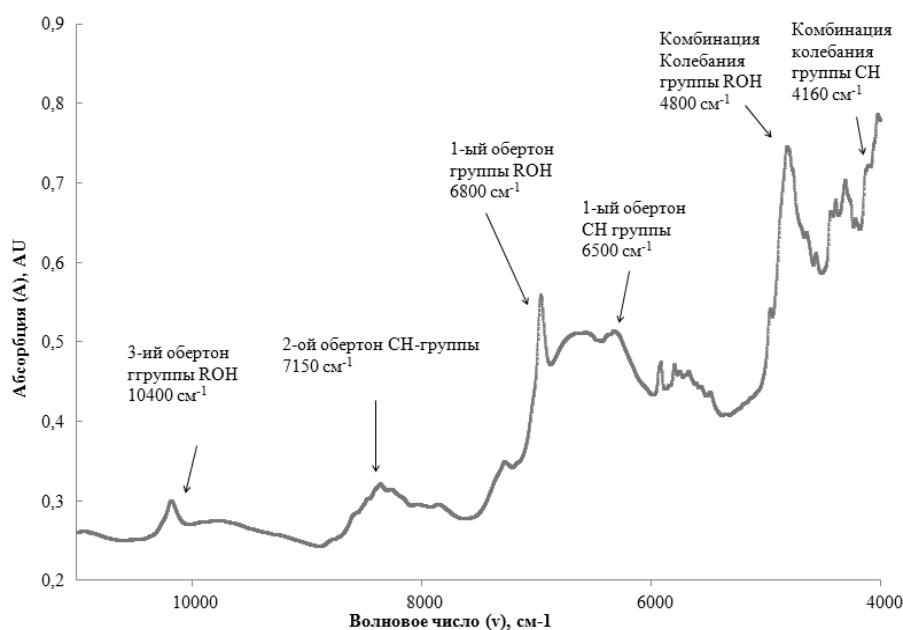


Рис. 2. Типичный БИК-спектр сахара-песка

На спектре были выделены следующие области:

CH-группа

- составная частота 4160-4200 см^{-1}
- первый обертона – 6500-6400 см^{-1}
- второй обертона – 7100-7500 см^{-1} .

ROH-группа

- составная частота – 4800 см^{-1}
- первый обертон – $6800\text{--}7000\text{ см}^{-1}$
- третий обертон 10400 см^{-1}

Для построения хеометрической модели классификации были использованы спектральные данные, полученные от 51 образца белого сахара разных категорий и 6 субстандартных (увлажненных) образцов белого сахара. Сначала БИК-спектры образцов были обработаны методом автошкалирования (центрирование с последующим нормированием). Далее на основе автошкалированных данных строилась модель с применением метода главных компонент. В нее специально было внесено 6 субстандартных образцов сахара-песка, полученных при помощи техники увлажнения в атмосфере влажного воздуха. Это было сделано для визуализации работы хеометрической модели классификации и оценки эффективности подобранной предварительной обработки данных.

На графике счетов сахара-песка без дополнительной обработки данных было показано, что образцы увлажненного сахара-песка (выбросы под номерами 50, 51, 53, 55, 56, 57) модель не отнесла к образцам тренировочной выборки, то есть эти образцы не являются качественными образцами сахара-песка (рис. 3). Согласно анализу графика нагрузок (рис.4), в первую главную компоненту наибольший вклад вносят сигналы, соответствующие волновым числам 6984 см^{-1} , 4982 см^{-1} , 4892 см^{-1} и 4456 см^{-1} .

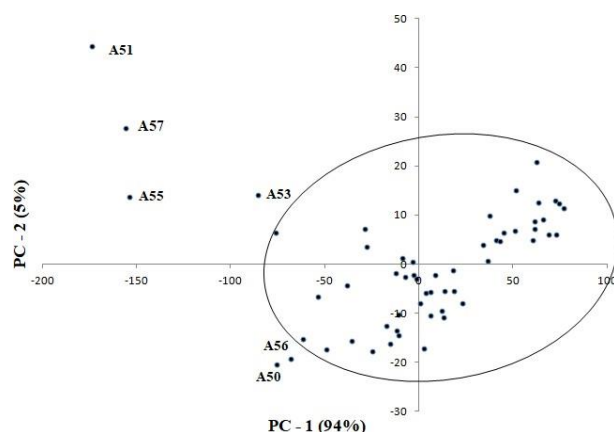


Рис. 3. График счетов сахара без дополнительной обработки данных

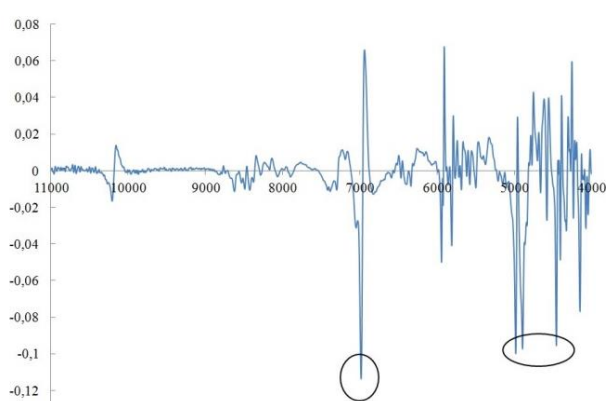


Рис. 4. График нагрузок для первой главной компоненты

Следующий этап работы заключался в валидации рабочей хеометрической модели. Для подтверждения работоспособности модели проводили кросс-валидацию методом исключения по одному (LOO) (рис. 5). Для оценки селективности предсказательной способности хеометрической модели была проведена тест-валидация (рис. 6).

В ходе анализа данных валидации установили:

Хеометрическая модель эффективна для обнаружения субстандартных и фальсифицированных образцов сахара-песка.

Предельное содержание влаги для признания образца не соответствующим классу «качественный сахар-песок» составляет 0,6%.

После построения хеометрической модели был проведен анализ реальных (коммерческих) образцов сахара, а также полученного нами субстандартного

сахара-песка (сахар «Красная цена», влага составила 10,3 %) и образцов углеводов, отличных по химическому строению от сахарозы (табл. 2).

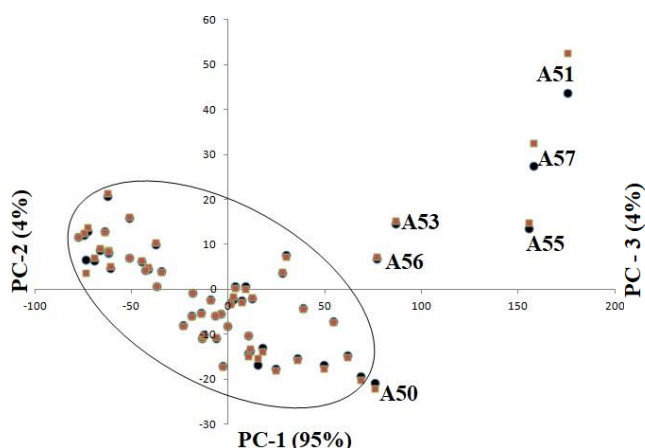


Рис. 5. График счетов модели сахара с данными кросс-валидации. Синие точки – образцы сахара, красные точки – данные кросс-валидации

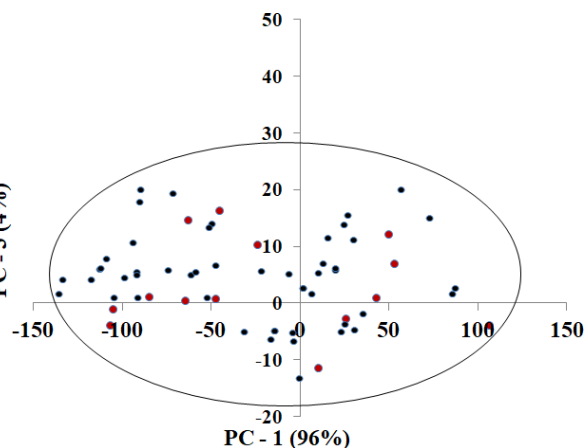


Рис. 6. График «Счетов», полученный при проведении тест-валидации. Красные точки – валидационный набор, синие точки – тренировочная выборка

Таблица 2. Испытание модели на реальных образцах

Образец	Модель	Классифицировано	Результат
Сахар Питерский TC2	sugar	sugar	Passed
Сахар Селяночка TC2	sugar	sugar	Passed
Сахар Мегамарт TC2	sugar	sugar	Passed
Сахар Русский TC2	sugar	sugar	Passed
Лактоза реактив	sugar	other	Failed
Мальтоза реактив	sugar	other	Failed
Сахар Красная цена увлажненный	sugar	other	Failed

Полученная хеометрическая модель не относит к классу белого сахара следующие образцы: лактозу, мальтозу, увлажненный сахар. Образцы коммерческого сахара модель идентифицирует как сахар-песок (класс sugar). Таким образом, в ходе работы были подобраны условия пробоподготовки, проведения спектрального, хеометрического анализа для методики по обнаружению фальсификации сахара. Проведен анализ спектральной информации, показаны диапазоны сигналов, проведено тестирование разработанной методик на реальных образцах сахара. Во всех указанных случаях модель корректно классифицировала указанные выше (таблица 2) образцы. В будущем планируется проведение количественного хеометрического анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 33222-2015. Сахар белый. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.2016/ Федеральное агентство по

техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва : Стандартиформ. – 22 с.

2. Тарасова Е.А., Гурьева К.Б. Температурно-влажностный режим хранения – важный фактор сохранности сахара белого // Сахар. 2022. №1. - 28-43 с.

3. Jan U. Porep, Dietmar R. Kammerer, Reinhold Carle. On-line application of near infrared (NIR) spectroscopy in food production/ Trends in Food Science & Technology, 10.2015. 1-20 с.

4. Фешина Е.В., Анищик Т.А. Лабораторные методы выявления количественного содержания вещества в исследуемом образце // Вестник Академии знаний. 2018. №5(28) - 340-347 с.

5. Омельченко Д.А. Применение БИК спектрометров в различных сферах жизнедеятельности современного общества // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 70-1. – 135-137 с.

УДК 533.9.07

И. И. Ощенко, С. А. Смирнов

Ивановский государственный химико-технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОДВОДНОМ РАЗРЯДЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Аннотация: в статье представлены результаты моделирования подводного разряда, переменного тока, горящего между металлическими электродами.

Ключевые слова: неравновесный разряд, эффективные коэффициенты скоростей элементарных процессов, интенсивность излучения, активные частицы, функция распределения электронов по энергиям.

I. I. Oshchenko, S. A. Smirnov

SIMULATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROCESSES IN THE UNDERWATER AC DISCHARGE

Abstract: the article presents the results of modeling an underwater discharge, alternating current, burning between metal electrodes.

Keywords: non-equilibrium discharge, effective coefficients of speeds of elementary processes, radiation intensity, active particles, electron energy distribution function.

Введение

Плазмохимические технологии позволяют получать новые материалы или придавать уникальные свойства известным материалам. Так, например, с помощью плазмохимических процессов возможно придание материалам огнеупорных свойств

или как минимум снижение их горючести путем нанесения специальных составов на их поверхность или за счет полной пропитки специальными жидкими веществами [1].

Процессы, протекающие в плазме, являются многоканальными и многостадийными, а внутренние параметры плазмы сами зависят от скоростей протекающих физико-химических процессов. Поэтому анализ такой сложной системы требует кроме широкого набора экспериментальных данных [2] также данных, полученных численным моделированием.

Целью данной работы являлась моделирование процессов, протекающих в подводном разряде переменного тока, горящего между металлическими электродами.

Методика эксперимента и расчета

Изучаемый разряд частотой тока 50 Гц возбуждался в дистиллированной воде между двумя электродами, выполненными из молибдена, меди и стали (СтЗсп). Большая часть электродов располагалась в керамических кожухах, а сами кожухи располагались под углом друг к другу ($\approx 45^\circ$) с возможностью регулирования высоты. Диаметры электродов не превышали 1 мм. Межэлектродное расстояние (L) варьировалось в интервале от 0,5 до 3 мм. Объем кюветы составлял 50 мл. Схема установки включала в себя повышающий трансформатор (максимальное напряжение на выходе 10 кВ), лабораторный автотрансформатор и балластное сопротивление (12 кОм).

Для выделения основных элементарных процессов, и уточнения состава газовой фазы плазморастворной системы, выполнено кинетическое моделирование плазмы, которое основано на совместном численном решении уравнения Больцмана для электронов, уравнений колебательной кинетики для основных электронных состояний молекул кислорода, воды, водорода, а также уравнений химической кинетики для процессов с участием указанных молекулярных продуктов. Уравнение Больцмана решалось в двучленном приближении разложения по сферическим гармоникам функции распределения электронов по энергиям.

В основу анализа положены схемы процессов, представленные в работе [3]. При расчете использовали экспериментальные значения приведенной напряженности электрического поля, температуры газа и геометрические параметры разряда. Используемая программа представляла собой доработанную версию программы [4], созданной В. В. Рыбкиным, А. Б. Бессарабом и С. А. Смирновым [5].

Результаты и их обсуждение

Результаты моделирования показали, что при применении всех рассмотренных материалов электродов, за исключением молибдена состав газовой фазы в пузырьке идентичен, и составляет 40 % кислорода, 57 % водорода, 3 % паров воды. Для систем с молибденовыми электродами состав несколько отличается: 50 % кислорода, 42 % водорода и 8 % паров воды. При данном составе газовой фазы удастся добиться удовлетворительного согласия между расчетными и экспериментальными интенсивностями излучения основных компонентов разряда (рис. 1а). На рис. 2 приведены рассчитанные функции распределения электронов по энергиям. Величины скоростей дрейфа и характеристической энергии электронов зависят от материала электродов (рис. 1б). Аналогично ФРЭЭ изменяются константы скоростей реакций (рис. 3).

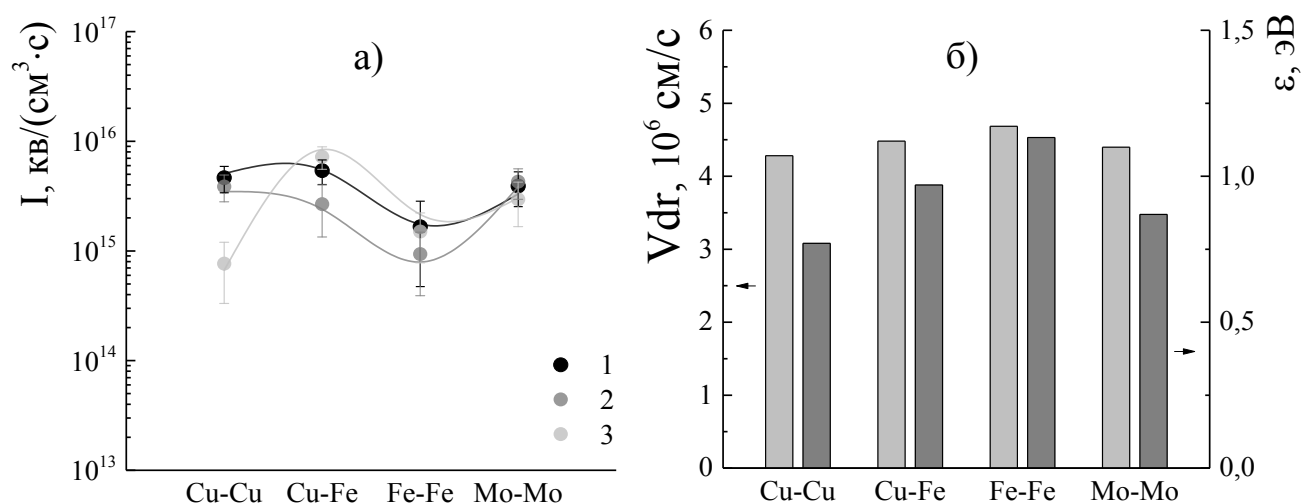


Рис. 1. Расчетная (линии) и экспериментальная (точки) интенсивности излучения (а) линий атомарного кислорода (1), атомарного водорода (3) и полос гидроксил радикала (2) а также величины скоростей дрейфа и характеристической энергии (б) электронов для основных комбинаций электродов

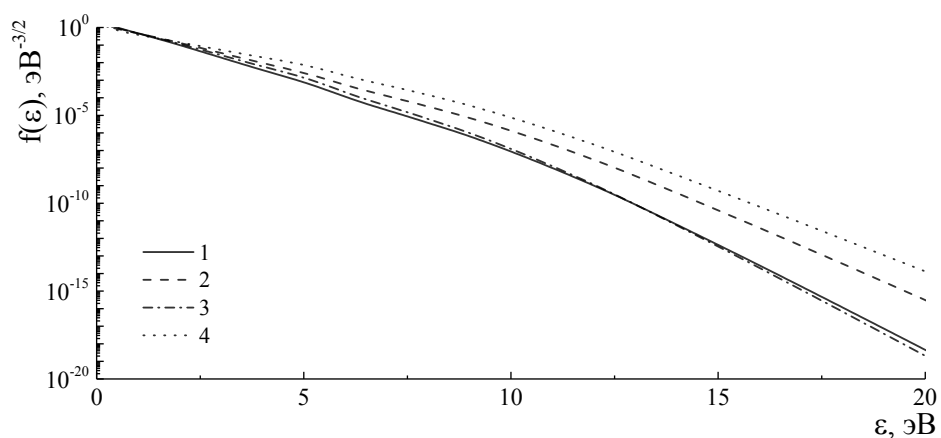


Рис. 2. Функция распределения электронов по энергиям в разряде с электродами: Cu-Cu (1), Cu-Fe (2), Fe-Fe (3) и Mo-Mo (4)

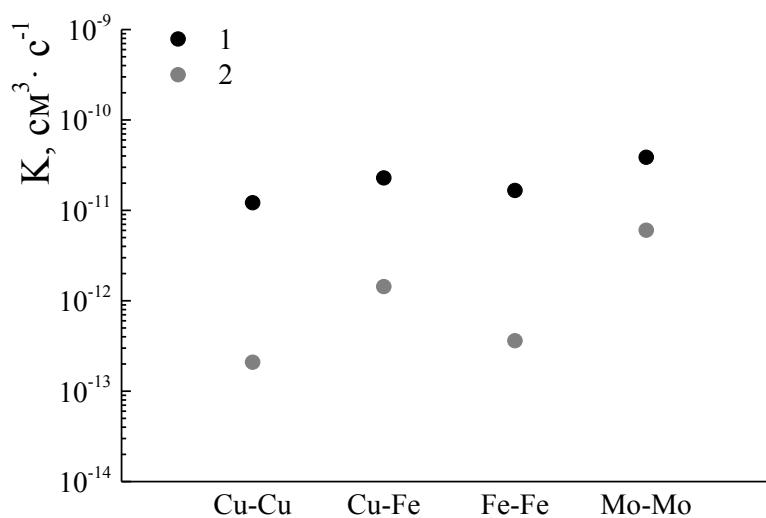


Рис. 3. Влияние материала электродов на эффективные коэффициенты скоростей элементарных процессов $\text{O}_2 + e \rightarrow \text{O}_2(\text{D}^1) + e$ (1) и $\text{O}_2 + e \rightarrow 2\text{O}(\text{P}^3) + e$ (2)

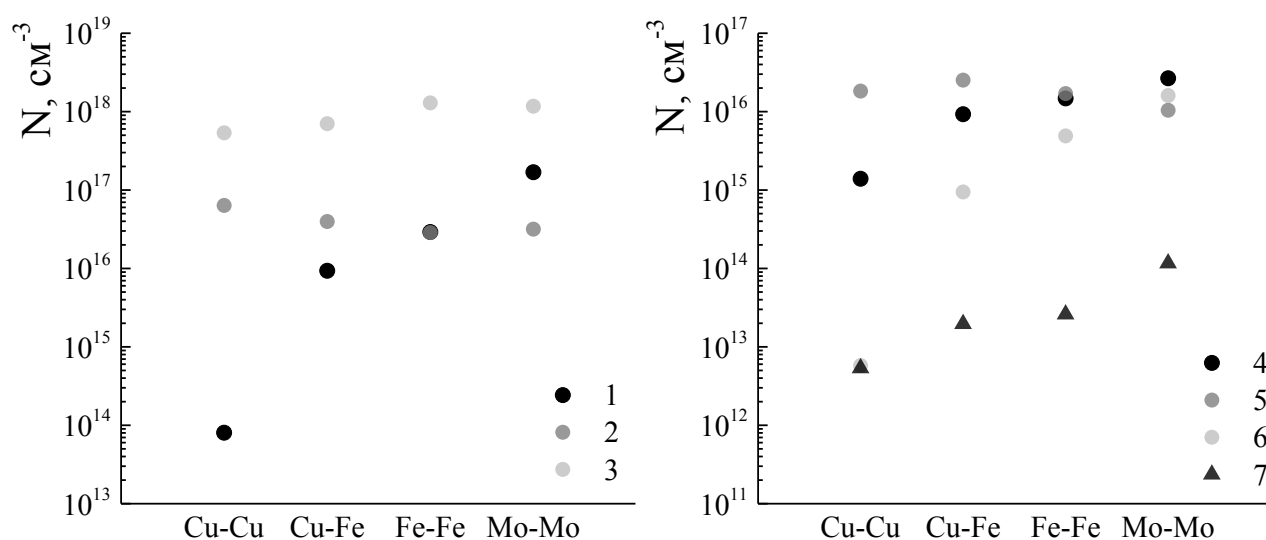


Рис. 4. Концентрации H_2O (1), H_2 (2), O_2 (3), OH (4), $\text{H}(^1\text{S})$ (5), H_2O_2 (6), O_3 (7), в плазме при $L = 0,3$ мм

Благодаря особенностям среды генерации, основными компонентами плазмы будут являться пары воды, молекулы и атомы кислорода, водорода и гидроксил радикалы. Также, присутствуют атомы материала электродов. Математическое моделирование позволило рассчитать квазиравновесные стационарные концентрации большинства частиц, примеры представлены на рис. 4.

Помимо изменения состава и нагрева жидкой фазы, разряд также служит сильным источником УФ-излучения, данные по нему приведены в таблице.

Таблица. УФ-излучение от основных источников, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$

Источник	Материал электродов			
	Cu-Cu	Cu-Fe	Fe-Fe	Mo-Mo
O	$5,29 \cdot 10^{11}$	$8,88 \cdot 10^{11}$	$1,46 \cdot 10^{10}$	$1,85 \cdot 10^{12}$
OH	$1,70 \cdot 10^{14}$	$1,26 \cdot 10^{16}$	$3,17 \cdot 10^{15}$	$1,08 \cdot 10^{16}$

В разрядном канале образование атомов кислорода $\text{O}(^3\text{P})$, судя по всему, протекает через 3 основных канала. Диссоциация прямым электронным ударом молекулы кислорода, взаимодействие двух гидроксил радикалов и реакции атомов кислорода $\text{O}(^1\text{S})$ с водой. Гибель $\text{O}(^3\text{P})$ происходит в результате столкновений с молекулами воды или гидроксил радикалами, а также при взаимодействии с подходящими для взаимодействия материалами электродов. Образование водорода и гидроксил радикала связано в основном с эффективной диссоциацией воды.

Кроме того образования OH связано с взаимодействием молекул воды с атомарным кислородом. Гидроксил радикалы в реакциях с NO_2 , H_2O_2 или OH переходят в H_2O .

Таким образом, в результате моделирования процессов, протекающих в газовом пузырьке подводного разряда переменного тока, установили примерный состав газовой фазы и концентрации основных активных частиц плазмы.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутепов А.М. Вакуумно-плазменное и плазменно-растворное модифицирование полимерных материалов / А. М. Кутепов, А. Г. Захаров, А. И. Максимов. М.: Наука, 2004. 496 с.
2. Рыбкин В. В., Титов В. А. Кинетика и механизмы взаимодействия окислительной плазмы с полимерами // Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Т. VIII-I. Химия низкотемпературной плазмы / Отв. редакторы Ю. А. Лебедев, Н. А. Платэ, В. Е. Фортов. М.: Янус- К, 2005. С. 130–170.
3. Bobkova, E. S. Modeling Chemical Composition for an Atmospheric Pressure DC Discharge in Air with Water Cathode by 0-D Model / E. S. Bobkova, S. A. Smirnov, Ya. V. Zalipaeva, V. V. Rybkin // Plasma Chemistry and Plasma Processing. – 2014. – Vol. 34, N 4. – P. 721–743.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2022662068 Российская Федерация. Программа расчета скоростей образования и гибели активных частиц в условиях неравновесного газового разряда / С. А. Смирнов, В. В. Рыбкин; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет». – № 2022660837; заявл. 11.06.2022; опубл. 29.06.2022. – 1 с.
5. Diany, A.-M. Experimental Study and Modelling of Formation and Decay of Active Species in an Oxygen Discharge / A.-M. Diany, J.-C. Legrand, V. V. Rybkin, S. A. Smirnov // Contributions to Plasma Physics. – 2005. – Vol. 45, N 1. – P. 5–21.

УДК 544.72.023.221:543.42

Т. В. Пашкова^{1,2}, А. И. Александров²

¹ Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

² Ивановский государственный университет

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛЕНОК ЛЕНГМЮРА-БЛОДЖЕТТ НА ОСНОВЕ МЕЗОГЕННОГО КОМПЛЕКСА ДИСПРОЗИЯ С ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТНЫМИ ПРОТИВОИОНАМИ

Аннотация: проведены спектральные исследования раствора мезогенного комплекса диспрозия в хлороформе и мультислойных пленок Ленгмюра-Блоджетт, собранных из монослоев комплекса. Установлено, что в растворе отсутствует агрегация молекул комплекса. В монослоях наблюдается «сшивание» молекул вследствие образования межмолекулярных водородных связей. Переход от менее упорядоченных слоев к более высокоупорядоченным приводит к изменению поглощения в области длин волн от 600 до 1200 нм, что связано с «вытягиванием» гибких кольцевых цепочек лигандов и противоионов.

Ключевые слова: мезогенный комплекс диспрозия, пленки Ленгмюра-Блоджетт, электронные спектры поглощения.

T. V. Pashkova, A. I. Alexandrov

SPECTRAL STUDIES OF LANGMUIR-BLODGETT FILMS BASED ON A MESOGENIC DYSPROSIUM COMPLEX WITH DODECYL SULFATE COUNTERIONS

Abstract: spectral studies of a solution of the mesogenic dysprosium complex in chloroform and multilayer Langmuir-Blodgett films assembled from monolayers of the complex were carried out. It is established that there is no aggregation of complex molecules in the solution. In monolayers, there is a "crosslinking" of molecules due to the formation of intermolecular hydrogen bonds. The transition from less ordered layers to more highly ordered ones leads to a change in absorption in the wavelength range from 600 to 1200 nm, which is associated with the "stretching" of flexible ring chains of ligands and counterions.

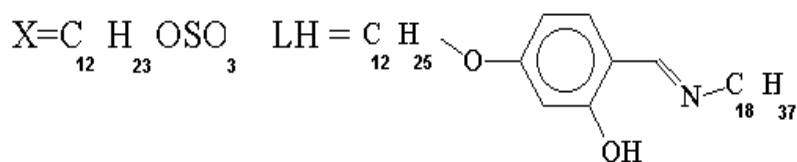
Keywords: mesogenic dysprosium complex, Langmuir-Blodgett films, electronic absorption spectra.

Введение

Жидкокристаллические комплексы лантининов принадлежат к классу соединений, обладающих рекордно большими магнитными моментами, что делает их весьма привлекательными для возможных практических применений, например, при создании тонкопленочных магнитных элементов, которые применяются в молекулярной электронике, [3,5]. На сегодняшний день технология Ленгмюра-Блоджетт является самой оптимальной при формировании тонких пленок: она позволяет без значительных экономических затрат получать моно- и мультислой и производить сборку сложных структур на твердые подложки на основе сформированных на поверхности жидкости молекулярных монослоев, и при этом она не требует вакуума, высоких температур и давлений, [1,3,4]. Для получения качественных пленок необходимы сведения о структуре пленок. Структурная организация пленок Ленгмюра-Блоджетт мезогенных комплексов лантининов исследована дифракционными методами [2]. Спектральный анализ является широко распространенным физическим методом, позволяющим «почувствовать» состояние отдельной молекулы исследуемого вещества и выяснить его влияние на структуру пленки. Поэтому в данной работе предполагается провести спектральные исследования пленок Ленгмюра-Блоджетт, сформированных из монослоев мезогенного комплекса диспрозия с додецилсульфатными противоионами.

Методическая часть

В работе методом спектрального анализа исследована структура пленок, сформированных по технологии Ленгмюра-Блоджетт на стеклянных подложках из монослоев комплекса, полученных на поверхности воды. Химическая формула исследуемого соединения имеет вид $Dy(LH)_3[X]_2$, где



Растворы комплекса диспрозия готовили в хлороформе. Для получения ориентированных плёнок использовалось ориентирующее влияние поверхности, на которой собирается пленка. Придание поверхности ориентирующих свойств осуществлялось методом предварительной обработки поверхности подложки

поверхностно-активными веществами.

Монослои комплексов и пленки были получены на установке Ленгмюра-Блоджетт, созданной в лаборатории структурного анализа кафедры экспериментальной и технической физики Ивановского государственного университета, [1,2,4]. Перенос плавающих монослоев в различных фазовых состояниях на твердую подложку осуществлялся методом горизонтального лифта (методом Шефера). Спектры поглощения растворов исследуемых соединений и пленок на их основе получены на спектрофотометре СФ-56.

Результаты и обсуждение

Были проведены спектральные исследования раствора комплекса диспрозия в хлороформе с концентрацией 0,7474. Спектр поглощения представлен на рис. 1.

Анализируя химическое строение комплексов можно видеть, что лиганды и противоионы являются хромофорами, т.к. содержат (лиганды) бензольное кольцо и азоксхромные группы: азометиновую, гидроксильную и метоксильную группы. Спектры молекул, содержащие бензольные кольца, обладают интенсивными линиями, соответствующими $\pi \rightarrow \pi^*$ переходам в ультрафиолетовой области. Присутствие азоксхромных групп приводят к батохромному сдвигу полос поглощения в область более длинных волн.

При образовании комплексов возникают внутримолекулярные водородные связи вблизи центрального ядра комплекса между атомом водорода и атомом азота азометиновой группы, что также приводит к красному сдвигу полос переходов $\pi \rightarrow \pi^*$. В результате образования этих связей молекулу мезогенного комплекса диспрозия можно рассмотреть как сопряженный хлороформ. Растворы комплекса в хлороформе показывают слабое поглощение в видимой области спектра (рис.1). Характер спектра показывает, что поглощение происходит в области длин волн ультрафиолетового диапазона. Однако в спектре поглощения раствора присутствуют слабый максимум в области 615 нм и три максимума в ближней ИК области. Присутствие этих максимумов связано с поглощением молекулы комплекса, как сопряженного хромофора. Все эти максимумы являются гладкими, что свидетельствует об отсутствии агрегации молекул в растворе. Кроме того, на кривой поглощения на длине волны 455 нм присутствует перегиб.

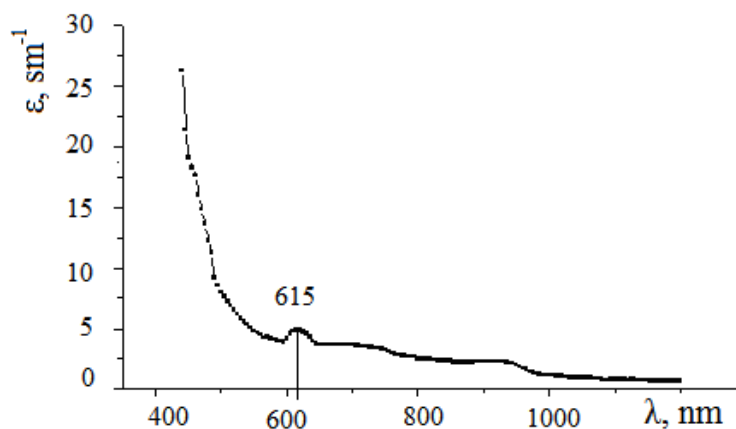


Рис. 1. Спектр поглощения раствора мезогенного комплекса диспрозия (Dy) в хлороформе с концентрацией 0,747

С целью установления состояния монослоя, используемого для сборки мультислойных пленок, при формировании монослоя были получены зависимости поверхностного давления от площади на молекулу (π -А изотермы), представленные на рис. 2.

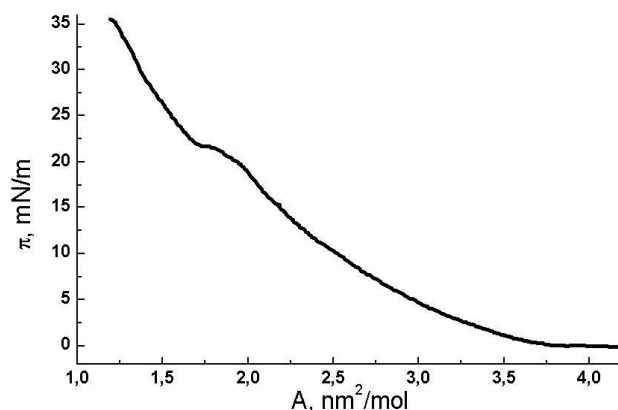


Рис. 2. Зависимость поверхностного давления от площади на молекулу, полученная при формировании монослоя мезогенного комплекса диспрозия

Изотерма характеризуется нулевым начальным давлением, имеет плато, соответствующее переходу между двумя различными фазовыми состояниями конденсированного монослоя (область давлений 15 мН/м – 20 мН/м).

Мультислойные пленки комплекса Ду содержат 15 монослоев. Они наносились на подложки при давлениях 15 мН/м, 18 мН/м и 23 мН/м, и, таким образом, получены из монослоев, находящиеся в различных фазовых состояниях. Спектры поглощения пленок приведены на рис. 3.

Полученные спектры поглощения пленок показывают, что пленки характеризуются более сильным по сравнению с раствором поглощением в видимой области спектра. По характеру кривых можно заметить, что максимум поглощения приходится на ультрафиолетовую область спектра. Практически на всех спектральных кривых присутствуют максимумы, обусловленные поглощением молекулы мезогенного комплекса диспрозия, а именно максимумы при длинах волн больше 600 нм и в ИК-области (710; 815; 920 нм). Кроме этого, появляется максимум в области длин волн 430-460 нм, присутствующий в виде перегиба в спектре поглощения раствора, а также максимум 530-560 нм. По-видимому, усиление этих максимумов можно связать с возникновением водородных связей между соседними молекулами мезогенного комплекса диспрозия (так называемые межмолекулярные водородные связи) при их слоевой упаковке.

В спектре поглощения пленки построенной из монослоев, находящихся в менее упорядоченном состоянии (давление нанесения 15 мН/м) максимумы в красной и ближней ИК области более интенсивны по сравнению со спектрами других пленок, а максимум, соответствующий длине волны красного света видимого диапазона, значительно уширен и практически перекрывается с ИК областью. При возрастании давления в монослое интенсивность этих максимумов в спектре поглощения уменьшается (см. рис. 3, б, в), и они обостряются. По-видимому, на поглощение в этой области влияет конформация молекулы комплекса в целом, включая гибкие хвосты лигандов и противоионов. Увеличение давления в монослое заставляет хвосты вытягиваться, что находит свое отражение в спектре (интенсивность уменьшается, обостряется максимум).

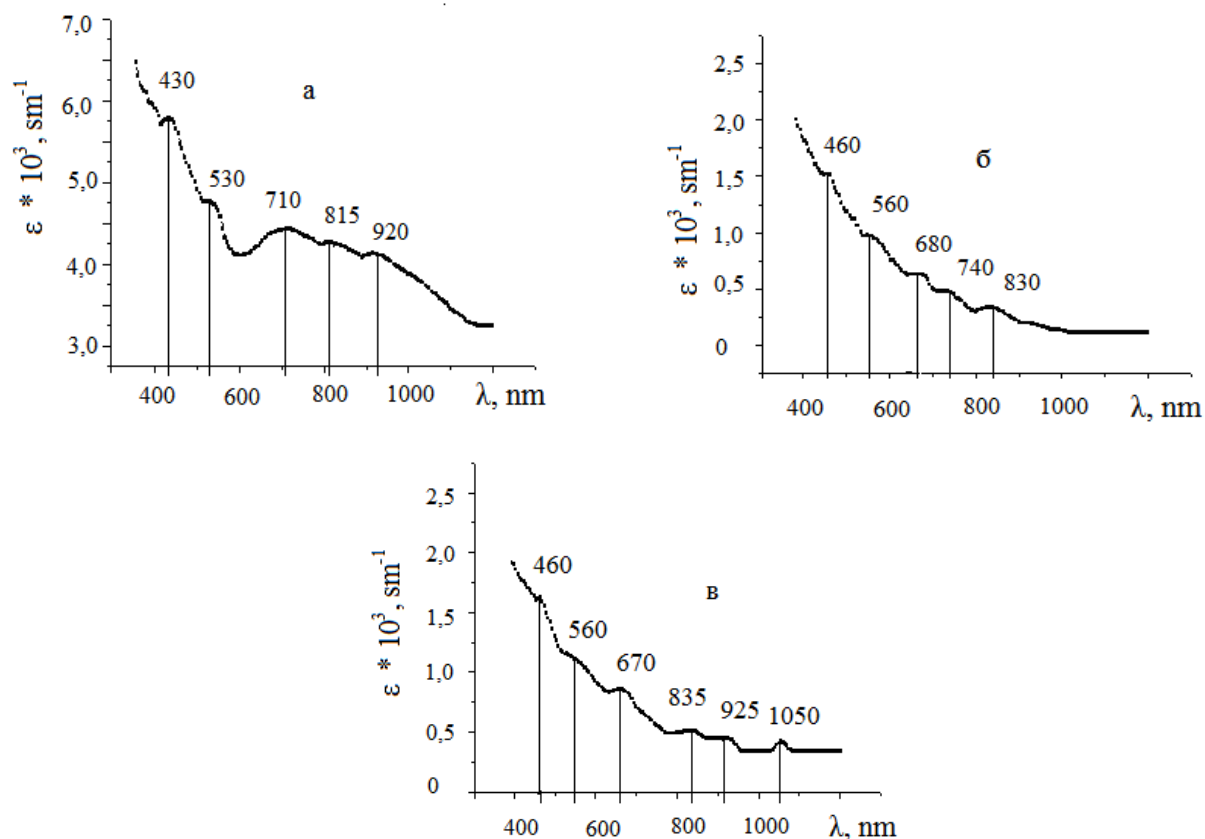


Рис. 3. Спектры поглощения Л-Б пленок мезогенного комплекса диспрозия с додецилосульфатными противоионами, собранных при давлении в монослое: а - 15 мН/м, б - 18 мН/м и в - 23 мН/м

Заключение

В результате проведенных исследований, установлено, что:

- растворы мезогенного комплекса диспрозия в хлороформе прозрачны в видимой области спектра, но содержат слабые максимумы, соответствующие длинам волн 615-950 нм, ответственные за поглощение молекулой комплекса;
- поскольку максимумы поглощения в спектре раствора комплекса гладкие, агрегация молекул в растворе отсутствует;
- в спектрах поглощения пленок комплексов появляются дополнительные максимумы, связанные с «зашиванием» молекул в слоях при помощи межмолекулярных водородных связей;
- переход от менее упорядоченных слоев к более высокоупорядоченным приводит к изменению поглощения в области длин волн от 600 до 1200 нм: уменьшается интенсивность, обостряются максимумы (670 нм, 680 нм), что связано с «вытягиванием» гибких кольцевых цепочек лигандов и противоионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alexandrov A.I., Pashkova T.V., Dronov V.M., Kurnosov A.V., Pelevin A.V. Layered structure of some mesogenic monomers and polymers in thin films and bulk samples *Mol.Cryst. Liq Cryst.* 1999. V.330. Pp. 75-86.
2. Alexandrov A.I., Pashkova T.V., Dronov V.M., Galyametdinov Yu.G. Structure

Investigation of Mesogenic Complex of Dysprosium: Bulk Samples and Langmuir-Blodgett Films Mol. Materials, 2001, vol.14, N 3, p. 263-274.

3. Блинов Л.М. Ленгмюровские пленки. Успехи физических наук, 1988. Т. 155, Вып. 3, с.433- 480.

4. Lehn J.M. Supramolecular Chemistry: Concepts and Perspectives. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft mbH. 1995. P.125-158.

5. Чечель О.В., Николаев В.Н. Использование пленок Ленгмюра-Блоджетт в качестве регистрирующих слоев оптических носителей информации. Успехи химии, 1990. Т. 59, вып.11, с.1888-1903.

УДК 544.72.023.221:543.42

Т. В. Пашкова^{1,2}, А. И. Александров²

¹ Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

² Ивановский государственный университет

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МОНОСЛОЕВ НА ОСНОВЕ МЕЗОГЕННОГО КОМПЛЕКСА ТЕРБИЯ С ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТНЫМИ ПРОТИВОИОНАМИ НА СТЕПЕНЬ СОВЕРШЕНСТВА ПЛЕНОК ЛЕНГМЮРА-БЛОДЖЕТТ

Аннотация: проведены спектральные исследования мультислойных пленок Ленгмюра-Блоджетт, собранных из монослоев мезогенного комплекса тербия. Монослои получали на водной субфазе в присутствии магнитного поля и без него. Установлено, что - пленка Ленгмюра-Блоджетт, собранная из монослоев, сформированных в присутствии магнитного поля, оказывается более совершенной по сравнению с пленкой, собранной из монослоев в отсутствие поля (степень ориентации пленки увеличивается в два раза).

Ключевые слова: мезогенный комплекс тербия, пленки Ленгмюра-Блоджетт, магнитное поле, электронные спектры поглощения.

T. V. Pashkova, A. I. Alexandrov

INFLUENCE OF MONOLAYER FORMATION CONDITIONS BASED ON MESOGENIC TERBIUM COMPLEX WITH DODECYL SULFATE AND COUNTERIONS ON THE DEGREE OF PERFECTION OF LANGMUIR-BLODGETT FILMS

Annotation: spectral studies of multilayer Langmuir-Blodgett films assembled from monolayers of the mesogenic terbium complex have been carried out. The monolayer was obtained on an aqueous subphase in the presence of a magnetic field and without it. It is established that the Langmuir-Blodgett film assembled from monolayers formed in the presence of a magnetic field turns out to be more perfect than the film assembled from monolayers in the absence of a field (the degree of orientation of the film is doubled).

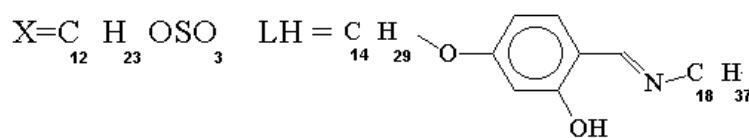
Keywords: mesogenic terbium complex, Langmuir-Blodgett films, magnetic field, electronic absorption spectra.

Введение

Жидкокристаллические комплексы лантанидов принадлежат к классу соединений, обладающих рекордно большими магнитными моментами, что делает их весьма привлекательными для возможных практических применений, например, при создании тонкопленочных магнитных элементов, которые применяются в молекулярной электронике, [6,8]. Для практического использования интересны, прежде всего, ориентированные пленки. Уникальные магнитные свойства комплексов позволяют использовать магнитное поле для получения ориентированных пленок. Формирование мультислойных пленок по технологии Ленгмюра-Блоджетт дает возможность собрать пленки уже из ориентированных монослоев. Представляется интересным выяснить влияние магнитного поля, действующего на отдельные монослои, на степень совершенства мультислойных пленок.

Методическая часть

В работе методом спектрального анализа исследована структура пленок, сформированных по технологии Ленгмюра-Блоджетт на стеклянных подложках из монослоев комплекса тербия с додецилсульфатными противоионами, полученных на поверхности воды в присутствии магнитного поля и без него. Химическая формула исследуемого соединения имеет вид $[Tb(LH)_3][X]_3$, где



Для получения ориентированных плёнок использовалось как влияние магнитного поля на монослои (формирование монослоев в присутствии магнитного поля), так и ориентирующее влияние поверхности, на которой собирается пленка. Придание поверхности ориентирующих свойств осуществлялось методом предварительной обработки поверхности подложки поверхностно-активными веществами.

Монослои комплекса и пленки были получены на установке Ленгмюра-Блоджетт, созданной в лаборатории структурного анализа кафедры экспериментальной и технической физики Ивановского государственного университета, [1,2,3]. Установка позволяет проводить формирование плавающих монослоев в присутствии магнитного поля с индукцией 0,05 Тл, направленного вдоль водной поверхности и перпендикулярно длине ванны. Перенос плавающих монослоев в различных фазовых состояниях на твердую подложку осуществлялся методом горизонтального лифта (методом Шефера). Спектры поглощения растворов исследуемых соединений и пленок на их основе получены на спектрофотометре СФ-56. Оценка степени ориентации молекул в пленках проводили по методике, изложенной в [5].

Результаты и обсуждение

Пленки комплекса тербия собирали из монослоев, сформированных на поверхности воды в присутствии магнитного поля и без него. Соответствующие зависимости поверхностного давления от площади на молекулу (π -A изотермы) представлены на рис. 1. Так же, как в случае изотерм комплекса диспрозия (см. [7]) изотермы характеризуются нулевым начальным давлением, имеют плато, соответствующее переходу между двумя различными фазовыми состояниями конденсированного монослоя, более ярко выраженное при формировании монослоя в отсутствии магнитного поля.

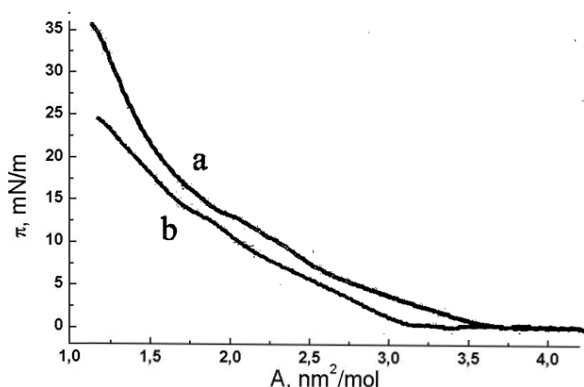


Рис. 1. Зависимость поверхностного давления от площади на молекулу, полученная при формировании монослоя мезогенного комплекса тербия (b - в присутствии магнитного поля, а - без поля)

Следует отметить, что в присутствии магнитного поля соответствующие фазовые превращения происходят при меньших давлениях и меньших площадях на молекулу, то есть в магнитном поле происходит уплотнение монослоя из-за ориентации молекул (см. [1]). Мультислоевые пленки комплекса Tb содержат 17 монослоев. Они наносились на подложки при давлениях 7 мН/м и 17 мН/м, и, таким образом, получены из монослоев, находящиеся в различных фазовых состояниях. Спектры поглощения пленок приведены на рис. 2.

Спектральные кривые пленок Ленгмюра-Блоджетт мезогенного комплекса тербия сходны с соответствующими зависимостями для комплекса диспрозия (см. [7]), поскольку молекулы комплексов имеют одинаковое химическое строение противоионов и лигандов, а отличаются только числом лигандов (Dy-2, Tb-3). Во-первых, в спектрах пленок обоих комплексов максимум поглощения приходится на ультрафиолетовую часть спектра, а в видимой и ближней инфракрасной областях присутствуют более слабые максимумы, сдвинутые в случае спектров пленок комплекса тербия в более длинноволновую область (580-620 нм), что может быть связано с увеличением числа лигандов в молекуле. В спектре пленки, собранной из более упорядоченных монослоев, происходит ослабление максимумов области длин волн 900 нм, рис. 2. Причиной этого является изменение конформации лигандов в монослое, а именно, вытягивание метиленовых хвостов.

При сопоставлении спектров поглощения пленок мезогенного комплекса тербия, сформированных из монослоев в присутствии магнитного поля и без него, можно заметить, что максимум (700-730 нм) значительно обостряется для пленки, собранной в присутствии магнитного поля, что может быть связано с упорядочением центральных парамагнитных частей мезогенного комплекса.

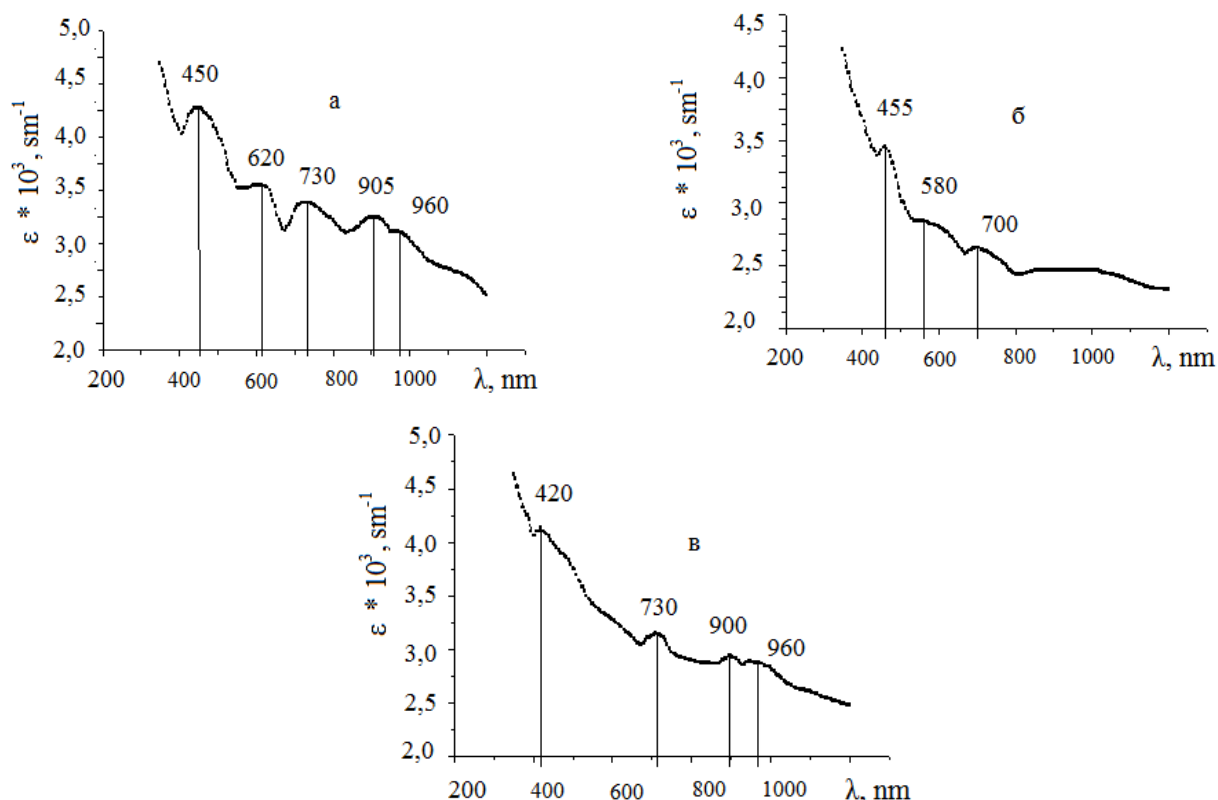


Рис. 2. Спектры поглощения Л-Б пленок мезогенного комплекса тербия с додецилосульфатными противоионами, собранных: а- из монослоев в отсутствии магнитного поля при давлении 7 мН/м, б – из монослоев в отсутствии магнитного поля при давлении 17 мН/м, в – из монослоев в магнитном поле при давлении 14 мН/м.

Для оценки степени ориентации молекул комплекса в пленках были получены поляризационные спектры поглощения. Анализировались пленки, собранные из более упорядоченных монослоев (при давлениях в монослое 17 и 14 мН/м). В отсутствии поля ориентация молекул осуществлялась только поверхностью подложки, во втором случае на подложку наносились слои, ориентированные магнитным полем. Оценка степени ориентации молекул проводилась по максимумам спектра поглощения с длинами волн 420, 740 нм. Дихроичное отношение интенсивностей максимумов, измеренных в излучении, поляризованном параллельно и перпендикулярно заданному направлению, и рассчитанные степени ориентации молекул приведены в таблице.

Таблица. Степень ориентации молекул в пленках на основе комплекса тербия

Ориентация поверхностью			Ориентация магнитным полем в монослое		
λ , нм	R	S	λ , нм	R	S
450	1,94	0,43	420	2,80	0,79
730	0,76	0,32	730	0,49	0,66

Здесь $R = I_{\parallel} / I_{\perp}$ - дихроичное отношение, S – степень ориентации.

Можно заметить, что степень ориентации в пленках при ориентации поверхностью подложки оказалась небольшой, причиной является большая вязкость монослоев в этой конденсированной фазе. Несмотря на это, формирование монослоев в присутствии магнитного поля вдвое увеличивает степень ориентации молекул.

Заключение

В результате проведенных исследований, установлено, что:

- состояние монослоев, из которых собирают пленку, оказывает влияние на спектр поглощения: изменяется интенсивность максимумов, присутствует батохромный сдвиг полос поглощения;
- в спектрах пленок комплекса тербия, собранных из монослоев в присутствии магнитного поля, наблюдается обострение максимумов поглощения в длинноволновой части спектра (700 нм и более);
- пленка Ленгмюра - Блоджетт, собранная из монослоев, сформированных в присутствии магнитного поля, оказывается более совершенной по сравнению с пленкой, собранной из монослоев в отсутствие поля (степень ориентации пленки увеличивается в два раза).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров А.И., Пашкова Т.В., Максимова М.Н., Груздев М.С., Червонова У.В. Эффект магнитного поля в плавающих слоях и пленках Ленгмюра-Блоджетт на основе комплексов Fe(III). Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2013. Вып.1. С.71-79.
2. Alexandrov A.I., Pashkova T.V., Dronov V.M., Kurnosov A.V., Pelevin A.V. Layered structure of some mesogenic monomers and polymers in thin films and bulk samples Mol.Cryst. Liq Cryst. 1999. V. 330. Pp. 75-86.
3. Alexandrov A.I., Pashkova T.V., Dronov V.M., Galyametdinov Yu.G. Structure Investigation of Mesogenic Complex of Dysprosium: Bulk Samples and Langmuir-Blodgett Films Mol. Materials, 2001, vol.14, N 3, p. 263-274.
4. Блинов Л.М. Ленгмюровские пленки. Успехи физических наук, 1988. Т. 155, Вып. 3, с. 433- 480.
5. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия, М.: Высшая школа. 1987. 367 с.
6. Lehn J.M. Supramolecular Chemistry: Concepts and Perspectives. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft mbH. 1995. P.125-158.
7. Пашкова Т.В., Александров А.И. Спектральные исследования пленок Ленгмюра-Блоджетт на основе мезогенного комплекса диспрозия с додецилсульфатными противоионами. Актуальные вопросы естествознания: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 30 марта 2023 года. 2023. В печати.
8. Чечель О.В., Николаев В.Н. Использование пленок Ленгмюра-Блоджетт в качестве регистрирующих слоев оптических носителей информации. Успехи химии, 1990т.59, вып.11, с.1888-1903.

УДК 614.841

С. В. Пузач, О. Ю. Маламут

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ОТ ФРОНТА ЛЕСНОГО ПОЖАРА

Аннотация: расчет теплового потока, воздействующего на конструкции жилых зданий от кромки лесного пожара, с учетом процессов теплопроводности конструкций для рассмотрения выполнения условия, времени прибытия пожарных подразделений, в соответствии с требованиями технического регламента.

Ключевые слова: лесной верховой пожар, кромка пожара, пирологическая характеристика, метеорологическая характеристика, математическое моделирование, скорость распространения.

S. V. Puzach, O.Yu. Malamut

JUSTIFICATION OF MEASURES FOR THE PROTECTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS FROM THE IMPACT OF THE RADIANT HEAT FLOW FROM THE FOREST FIRE FRONT

Abstract: calculation of the heat flux affecting the structures of residential buildings from the edge of a forest fire, taking into account the processes of thermal conductivity of structures to consider the fulfillment of the condition, the time of arrival of fire departments, in accordance with the requirements of the technical regulation.

Keywords: crown wild fire, fire edge, pyrological characteristic, meteorological characteristic, mathematical modeling, propagation velocity.

Введение

Расчет безопасных расстояний от кромки лесного массива до жилых домов по использованию критерия воспламенения критической плотности теплового потока от фронта лесного пожара не учитывает динамику прогрева конструкций дома. Поэтому необходимо объединение методов расчета теплового потока от фронта лесного пожара с расчетом процесса теплопроводности в конструкциях.

Методы и организация исследования

Дома, особенно расположенные в сельской местности, как правило, включают в себя горючие конструкции (деревянные дома, бани, стропила, фасады и т.д.). Поэтому необходима эффективная защита от теплового потока, падающего от фронта лесного пожара.

Для прогноза плотности лучистого теплового потока, падающего на горючие материалы дома, необходимо, в первую очередь, знать параметры на кромке лесного пожара и скорость ее движения. В работе [4] получена формула для скорости кромки

лесного пожара, позволяющая учесть пирологические характеристики лесных горючих материалов и метеорологические условия конкретной местности.

Результаты и их обсуждение

Основой для расчета нагрева деревянных или других горючих элементов конструкции жилого дома является уравнение лучистого теплообмена [5]:

$$q = \varepsilon_{\text{пр}} c_0 \left[\left(\frac{T_{\text{и}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{к}}}{100} \right)^4 \right] \psi, \quad (1)$$

где q – плотность лучистого теплового потока, попадающего на поверхность деревянных или других горючих элементов конструкции жилого дома, Вт/м², $T_{\text{и}}$ – температура излучающей поверхности фронта лесного пожара, К, $T_{\text{к}}$ – температура на облучаемой поверхности конструкции, К, $\varepsilon_{\text{пр}}$ – приведенная степень черноты системы «фронт пламени–поверхность конструкции»; $c_0 = 5,67$ Вт/(м²·К⁴) – коэффициент излучения абсолютно черного тела; ψ – коэффициент облученности между излучающей и облучаемой поверхностями, в которой в неявной форме входит расстояние по нормали между излучающей и облучаемой поверхностями.

Рассматриваем жилой деревянный дом, расположенный на расстоянии 10 м от кромки леса, состоящего из сосен (сосняки лишайниковые) средней высотой $H = 15$ м. Толщина деревянной стены дома равна 0,2 м.

Принимаем частоту возникновения верховых лесных пожаров равной $P_{\text{п}} = 5$ 1/год (на примере Московской области в 2020 г. [6]).

При отсутствии противопожарных мероприятий по защите дома от теплового воздействия лесного пожара зависимости максимальной температуры облучаемой поверхности древесины и температуры необогреваемой поверхности стены от времени с начала верхового пожара приведены на рис. 2.

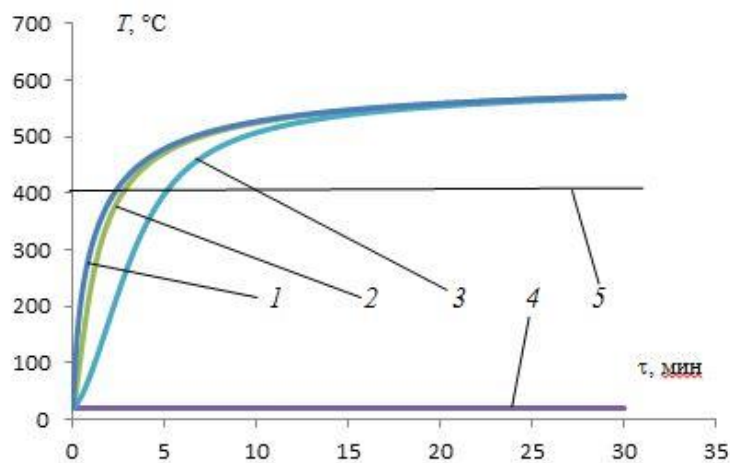


Рис. 1. Зависимости характерных температур от времени: температура облучаемой поверхности стены: 1 – скорость движения кромки $w_{\phi} = 0,04$ м/с; 2 – $w_{\phi} = 0,22$ м/с; 3 – $w_{\phi} = 1,11$ м/с; температура необогреваемой (внутренней) поверхности стены: 4 – $w_{\phi} = 0,04 \div 1,11$ м/с; 5 – $T_c = 406$ °C

Нагрев конструкций дома определяется из решения уравнения теплопроводности внутри конструкции. Воспламенение происходит при достижении температуры деревянной конструкции температуры самовоспламенения. Форма пожара — прямоугольная, огнетушащее средство — вода, пенный раствор.

Время свободного развития пожара

$$\tau_{св} = \tau_{дс} + \tau_{сб} + \tau_{сл} + \tau_{бр} = 0 + 1 + 20 + 3 = 24 \text{ (мин)}, \quad (2)$$

где: $\tau_{дс}$ — промежуток времени от начала воспламенения дома до сообщения о нём;

$\tau_{сб}$ — время сбора личного состава боевых расчетов по тревоге;

$\tau_{сл}$ — время следования подразделений на пожар, мин (время прибытия первого подразделения к месту вызова в городских поселениях и городских округах не должно превышать 10 минут, а в сельских поселениях - 20 минут, условие в соответствии с техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности);

$\tau_{бр}$ — время разворачивания подразделения по введению первых средств тушения

В соответствии с рисунком 1 время до воспламенения дома составляет менее 5 минут. Воздействия лесного пожара, падающего на деревянные элементы конструкции жилого дома, расположенного вблизи кромки лесного массива, представлена на рис. 2.

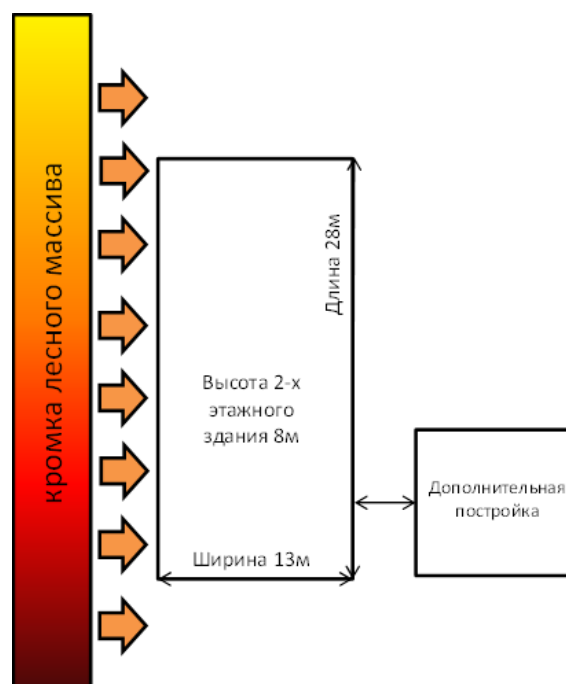


Рис. 2. Воздействие лесного пожара на здание на момент прибытия подразделений

Длина пути, пройденная огнем на момент подачи первых средств тушения

$$R = \frac{1}{2} \times V_{л} \times \tau_{св} = \frac{1}{2} \times 1 \times 9 = 9,5 \text{ (м)}, \quad (3)$$

где: $V_{л}$ — линейная скорость распространения горения (по ее максимальному значению), м/мин;

$t_{св}$ - время свободного развития пожара, мин.

Площадь пожара

$$S_{п} = a \times b = 28 \times 4,5 = 126 \text{ (м}^2\text{)}, \quad (4)$$

где: a - ширина фронта пожара (прямоугольника), м;

b - путь (участок) пройденный огнем (прямоугольника), м;

$$S_{п} = S_{т}$$

Интенсивность подачи воды при тушении пожара на жилые дома и подсобные постройки принимаем $0,15 \text{ л/(м}^2 \cdot \text{с)}$

$$Q = 126 \cdot 0,15 = 18,9 \text{ л/(м}^2 \cdot \text{с)}, \quad (5)$$

В данном случае принимаем прибытие 2-х цистерн по 8т., вводим до 6 стволов РС-50 с расходом $3,5 \text{ л/с}$. Общее время работы емкостей составит менее 10 минут. Учитываем, что разместить технику удалось рядом с объектом подверженному воздействию пожара. Естественно, что такого количества воды не хватит для тушения природного пожара и для защиты зданий. Чаще всего рядом с объектами отсутствуют водоисточники из которых возможно забирать воду для продолжения тушения.

Заключение

Результаты расчетов показали, что при условии соблюдения нормативного времени прибытия пожарных подразделений в сельской местности, в данных условиях задачи необходима разработка дополнительных, пассивных противопожарных мероприятий, например создание противопожарного разрыва между кромкой леса и домами с обоснованием на основе расчета пожарного риска [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пузач С.В., Горюшкин С.С. Оценка теплового воздействия лесного пожара на электрическую подстанцию с масляными трансформаторами // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2017. – № 3. – С. 79-83.
2. Щетинский Е.А. Спутник руководителя тушения пожара. – М.: ЗАО «Спецтехника», 2001. – 75 с.
3. Гришин А.М. О математическом моделировании природных пожаров и катастроф // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2008. - № 2(3). - С. 105-114.
4. Пузач С.В., Ле Ань Туан, Сафошкина К.Е. Многофакторная математическая модель расчета скорости распространения кромки лесного низового пожара // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2019. - № 4. - С. 7-15.
5. Кошмаров Ю. А., Пузач С.В., Лебедченко О.С. Теплотехника – М. : Академия ГПС МЧС России, 2019. – 502 с.
6. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году». - М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021, – 264 с.
7. Пузач С.В., Маламут О.Ю. Вероятностно-детерминированный подход к расчету пожарного риска, вызванного воздействием лучистого теплового потока от фронта верхового устойчивого повального лесного пожара на жилой дом // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2022. № 1. С. 30-40.

УДК 621.794.42

А. Г. Розов, Н. В. Холодкова, И. В. Холодков

Ивановский государственный химико-технологический университет

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ТРАВИТЕЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Аннотация: в статье рассмотрен процесс прецизионного химического фрезерования стальных пластин в кислотных травителях. Проанализированы факторы, влияющие на скорость и качество травления. Предложен оптимальный состав травителя изделий из углеродистой стали.

Ключевые слова: химическое фрезерование, травитель, углеродистая сталь.

A. G. Rozov, N. V. Kholodkova, I. V. Kholodkov

ON THE QUESTION OF CHOOSING THE OPTIMAL COMPOSITION OF THE ETCHANT DURING CHEMICAL MILLING

Abstract: the article describes the process of precision chemical milling of steel plates in acid etchants. The factors affecting the speed and quality of etching are analyzed. The optimal composition of the etchant of carbon steel products is proposed.

Keywords: chemical milling, etching, carbon steel.

Процессы жидкостного химического травления используются не только для очистки поверхности металлов, снятия продуктов коррозии, но и для ряда специальных целей – получения рельефных изображений, клеймения деталей, при изготовлении печатных плат, интегральных схем. Развитие техники, связанное с применением деталей малой толщины и сложной конфигурации, выявило целесообразность использования в данном процессе фотолитографического метода формирования требуемого профиля с использованием процесса химического травления. Такая технология получила в литературе название химического фрезерования.

Химическое фрезерование осуществляется путём растворения незащищенных участков металлического изделия в жидкостных травителях. Глубинному химическому травлению могут подвергаться многие металлы и сплавы на их основе, в том числе алюминий, магний, медь, коррозионно-стойкие стали, титан, молибден, цирконий [1]. Скорость растворения при этом определяется как природой металла, так и составом травителя, его температурой, способом подачи его на поверхность и удалением продуктов растворения и другими факторами. Скорость и характер травления определяют величину бокового стравливания, клин, точность воспроизведения геометрических размеров, ровность края травления. Одним из важных условий операции является равномерность травления по всей поверхности заготовки. Выбор травителя и условий фрезерования обусловлен многими факторами, связанными как с основной химической реакцией, так и с требованиями по геометрии деталей. В связи с

этим высокая скорость травления не всегда является решающим фактором при выборе травителя.

При формировании отверстий и щелей с жесткими допусками по ширине, например, в технике сверхвысоких частот, возможность контролируемой воспроизводимости результатов фрезерования приобретает особое значение.

В настоящей работе объектом исследования являлся процесс сквозного фрезерования пластин толщиной 0.2 мм из конструкционной углеродистой стали марки 0.8Ю ГОСТ 503-81. Согласно данным литературы [2], в качестве травителей стальных образцов применяются следующие составы: $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$. В качестве исследуемого был выбран раствор состава $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Взаимодействие стальных образцов с травителем, содержащим HCl и H_2O_2 , обусловлено следующими реакциями, протекающими в растворе:

- 1) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - a) $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + e$;
 - b) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2e + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.
- 2) $\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - a) $2\text{Fe}^{2+} - 2e \rightarrow 2\text{Fe}^{3+}$;
 - b) $2\text{O}^- + 2e \rightarrow 2\text{O}^{2-}$.
- 3) $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{O}_2^0 + 2\text{HCl}$
 - a) $2\text{O}^- - 2e \rightarrow 2\text{O}^0$
 - b) $2\text{Fe}^{3+} + 2e \rightarrow 2\text{Fe}^{2+}$
- 4) $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe}^0 \rightarrow 3\text{FeCl}_2$
 - a) $\text{Fe}^0 - 2e \rightarrow \text{Fe}^{2+}$
 - b) $2\text{Fe}^{3+} + 2e \rightarrow 2\text{Fe}^{2+}$

Реакции (1) и (2) являются основными целевыми процессами, отвечающими за травление. Роль реакции (3) заключается в стабилизации раствора и поддержании баланса компонентов при дальнейшем травлении стальных заготовок. Реакция (4) становится возможной при перенасыщении раствора железом и приводит к обеднению раствора молекулами HCl .

Для проведения процесса химического фрезерования на исходных пластинах предварительно формировалась маска методом фотолитографии с использованием негативного фоторезиста.

Исследование было разделено на два этапа:

1. подбор оптимальных составов травителя, которые позволят получить качественный результат травления без потери скорости процесса;
2. исследование возможности применения выбранных составов на установке струйного травления.

На первом этапе исследования эксперименты проводились в лабораторных условиях в керамическом стакане. Травление проводилось методом погружения. Скорость травления оценивалась по изменению веса подложки при травлении за единицу времени (нормальная скорость). Изменение концентрации компонентов проводилось с учетом постоянства концентрации одного из компонентов травителя, а именно, $\text{HCl} - x\%$; $\text{H}_2\text{O}_2 - y\%$; $\text{H}_2\text{O} - (90 - x)\%$; $\text{HCl} - y\%$; $\text{H}_2\text{O}_2 - x\%$; $\text{H}_2\text{O} - (90 - x)\%$, где $x = 10, 20, \dots, 80\%$ $y = 10, 20, \dots, 80\%$. Время травления составляло 1 минуту, при проведении опытов контролировали температуру травителя.

Отбор оптимальных травителей проводился по следующим критериям:

- постоянство температуры раствора в процессе травления;
- отсутствие обильного газовыделения;
- отсутствие перенасыщения растворенного железа.

Анализ экспериментальных данных показал, что процесс травления при концентрациях компонентов менее 10 % протекает с очень низкими скоростями, поэтому данные составы исключили из дальнейшего исследования.

Исследование травящей способности растворов с постоянством концентрации HCl показало, что увеличение концентрации пероксида водорода более 10 % незначительно влияет на скорость травления (таблица 1). В тоже время, при увеличении концентрации соляной кислоты от 10 до 40 % при постоянстве концентрации пероксида водорода наблюдался резкий начальный рост скорости травления, что сопровождалось значительным повышением температуры раствора. Далее, в результате увеличения температуры раствора травителя происходит разложение пероксида водорода (стадии 3–4), при этом раствор становится нестабильным и скорость всего процесса начинает уменьшаться. Минимизировать протекание стадий 3–4 возможно при поддержании постоянства температуры раствора, что в лабораторных условиях не всегда возможно.

Таблица 1. Экспериментальные данные

Изменение концентрации H ₂ O ₂			Изменение концентрации HCl		
Концентрация HCl, %	Скорость травления, г/мин	ΔT	Концентрация H ₂ O ₂ , %	Скорость травления, г/мин	ΔT
10	0,003-0,004	-	10	0,003-0,02	1-3
20	0,009-0,041	-	20	0,01-0,09	3-11
30	0,063-0,075	1	30	0,06-0,17	1-10
40	0,132-0,198	2-5	40	0,13-0,18	2-8

При исследовании растворов с высоким содержанием, как соляной кислоты, так и пероксида водорода (более 50 %) наблюдалось бурное газовыделение, что является плохим показателем, так как приводит к неравномерности травления и выталкиванию образца на поверхность раствора с последующим падением скорости травления. Кроме того, при концентрации HCl более 50 % при травлении наблюдалось избыточное накопление в растворе растворенного железа (сопровождающееся изменением окраски раствора с желтого на оранжевый).

Таким образом, по результатам первого этапа исследования для дальнейшей работы были выбраны наиболее оптимальные составы травителей (таблица 2). Второй этап исследования осуществлялся на установке струйного травления ЭХ-2531, предназначенной для двухстороннего струйного травления плоских заготовок через фоторезистивную маску.

Проведение процесса травления на данной установке позволило поддерживать стабильность температуры раствора и, как следствие, избежать нежелательных процессов, связанных с изменением его состава.

Таблица 2. Оптимальные составы травителей для химического фрезерования стальных пластин

№	Состав раствора	Скорость травления, г/мин
1	HCl – 20%; H ₂ O ₂ – 20%; H ₂ O – 60%	0,009
2	HCl – 20%; H ₂ O ₂ – 30%; H ₂ O – 50%	0,018
3	HCl – 20%; H ₂ O ₂ – 40%; H ₂ O – 40%	0,016
4	HCl – 20%; H ₂ O ₂ – 50%; H ₂ O – 30%	0,024
5	HCl – 30%; H ₂ O ₂ – 20%; H ₂ O – 50%	0,010
6	HCl – 30%; H ₂ O ₂ – 30%; H ₂ O – 40%	0,063
7	HCl – 30%; H ₂ O ₂ – 40%; H ₂ O – 30%	0,071
8	HCl – 30%; H ₂ O ₂ – 50%; H ₂ O – 20%	0,075
9	HCl – 40%; H ₂ O ₂ – 20%; H ₂ O – 40%	0,014

Каждый раствор испытывался на четырех комплектах по пять образцов с разной топологией, обусловленной использованием разных шаблонов. В качестве измеряемого параметра было взято время травления 20 образцов. Каждую пластину контролировали на измерительном микроскопе MarVison MM 420.3 (рис. 1).

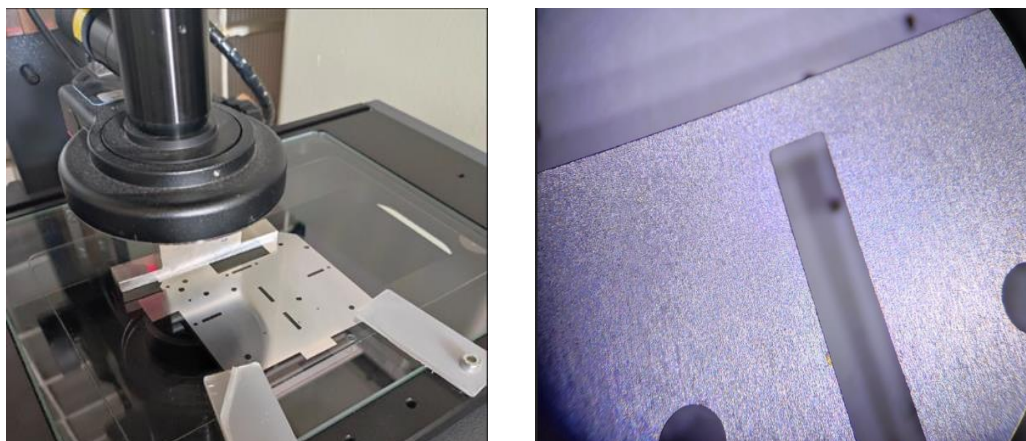


Рис. 1. Внешний вид измерительного микроскопа MarVison MM 420.3 и результат качественного травления стальной пластины

Основными дефектами в результате травления вне зависимости от шаблона и состава травителя оказались недотрав щелей и отверстий, а также подтрав под маску (рис. 1).

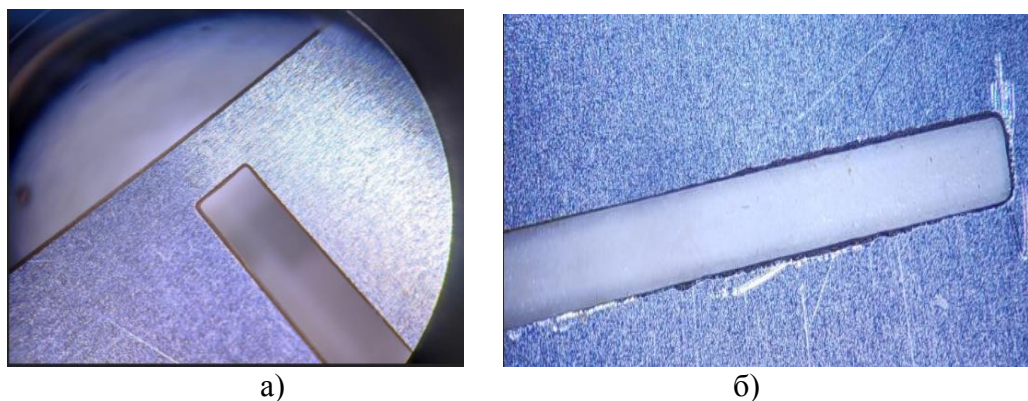


Рис. 2. Основные дефекты при травлении стальных пластин:
а) недотрав, б) подтрав под маску

В результате второго этапа исследований наиболее оптимальным по стабильности, скорости и качеству травления оказался раствор № 7 состава HCl (30 %), H₂O₂ (40 %), H₂O (30 %) (таблица 2).

Растворы № 1, 2, 3, 4 проявили себя стабильно, но уступали по скорости травления, и местами (единичные случаи) наблюдался неконтролируемый перетрав. У растворов № 5, 9 со временем происходит ухудшение характеристик, что приводит к постепенному увеличению времени травления. Раствор № 6, имея неплохое время травления и стабильность процесса, показал наличие подтрав под фоторезистивную маску. В случае раствора № 8 был обнаружен эффект нестабильности: после проведения травления половины пластин (11 штук из 20) раствор мгновенно вскипал и выходил из строя.

Таким образом, анализ результатов показал, что процесс химического фрезерования позволяет без значительных затрат изготавливать детали со щелями и отверстиями сложной формы с малыми размерами. Следует отметить, что для качественного проведения травления пластин из углеродистой стали целесообразно применять растворы, содержащие не более 40 % HCl.

Сравнение экспериментов, проведенных в лабораторных условиях и на промышленной установке, показало, что основная причина некачественной работы растворов связана с неконтролируемым увеличением их температур в процессе травления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Никифоров В.И.* Электрохимические и электрофизические технологии в машиностроении: учеб. для вузов. – СПб.: СПГПУ, 2013. – 302 с.
2. *Московкин Л.Н.* Фотохимическое фрезерование. – М.: Машиностроение, 1978. – 93 с.

УДК 66.021.3

А. А. Рябиков¹, С. В. Натарева^{1,2}, Т. В. Фролова²

¹ Ивановский государственный химико-технологический университет

² Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИОНООБМЕННАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ В АППАРАТЕ С ЗАГРУЗКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИМ СОРБЕНТОМ

Аннотация: в статье приводятся методика и результаты расчета процесса ионообменной очистки воды в аппарате с неподвижным слоем целлюлозосодержащего сорбента. В результате расчетов определены габаритные размеры аппарата и параметры процесса очистки воды от ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: ионообменный аппарат, целлюлозосодержащий сорбент, расчет.

A. A. Ryabikov, S. V. Natareev, T. V. Frolova

ION EXCHANGE WATER PURIFICATION IN A DEVICE LOADED WITH CELLULOSE CONTAINING SORBEN

Abstract: this article presents methodology and results of calculation of the ion exchange water purification process in an apparatus with stationary cellulose containing sorbent. As a result of the calculations the overall dimensions of the apparatus and the parameters of the water purification process from heavy metal ions are determined.

Keywords: ion exchange apparatus, cellulose containing sorbent, calculation.

Для решения задач очистки воды в чрезвычайных ситуациях необходимо иметь надежные и простые в эксплуатации ионообменные аппараты. К таким аппаратам можно отнести ионитовые фильтры, в которых очистка воды происходит путем ее пропуска через плотный неподвижный слой ионита. После насыщения ионита целевым компонентом фильтр отключают на регенерацию, в результате которой обменная емкость ионита восстанавливается, и аппарат снова будет готов к работе. Недостатком ионитовых фильтров является то, что в них невозможно использовать ионообменные материалы, например, на основе целлюлозы (модифицированные древесные опилки, хлопковую целлюлозу и др.), плотность которых меньше, чем плотность очищаемой воды.

Для процессов ионообменной очистки воды с использованием целлюлозосодержащих ионообменных материалов предложена конструкция ионообменного аппарата, схема которого показана на рис. 1.

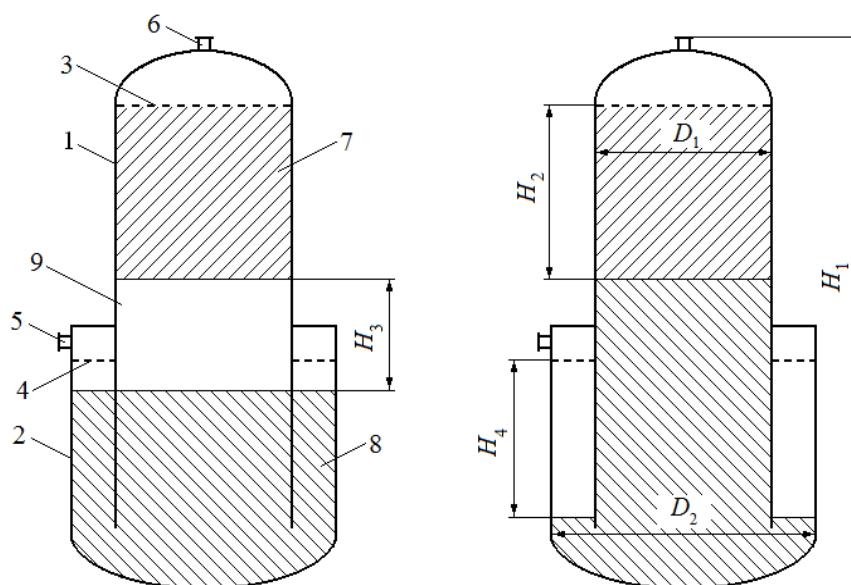


Рис. 1. Ионообменный аппарат:

а – в нерабочем состоянии, б – на стадии очистки воды;

1, 2 – обечайки; 3, 4 – дренажно-распределительные устройства; 5, 6 – штуцера;

7 – слой сорбента; 8 – слой инертного материала

Перед началом работы в ионообменный фильтр помещают ионит и инертный материал. В качестве сорбента используется ионит из целлюлозосодержащего материала, плотность которого меньше, чем плотность очищаемой воды. Инертный материал представляет собой частицы сферической формы, плотность которых на 15-20 % больше, чем плотность воды. Ионит всплывает вверх аппарата, образуя неподвижный плотный слой 7, а частицы инертного материала опускается под собственным весом вниз аппарата, образуя неподвижный слой 8. Между неподвижными слоями ионита 7 и частицами инертного материала 8 образуется свободное пространство 9.

Полный цикл работы ионообменного аппарата складывается из следующих стадий: 1) очистка воды, 2) регенерация ионита, 3) отмывка ионита, 4) взрыхление ионита.

На стадии очистки воды исходная вода подается через штуцер 5, проходит через нижнее дренажно-распределительное устройство 4 и слои частиц инертного материала 8. Движущаяся исходная вода выдавливает частицы инертного материала из пространства между обечайкой 1 и обечайкой 2 в обечайку 1, поднимает частицы инертного материала вверх аппарата и прижимает их к неподвижному слою ионита 7. При этом между обечайкой 1 и обечайкой 2 образуется свободное пространство. Затем исходная вода проходит через неподвижный слой ионита 7, где очищается от ионов целевого компонента. Очищенная вода проходит через верхнее дренажно-распределительное устройство 3 и выводится из аппарата через штуцер 6. После насыщения ионита целевым компонентом прекращают подачу исходной воды в аппарат и проводят стадию регенерации ионита регенерационным раствором, который подается через штуцер 5. Принцип работы аппарата на стадии регенерации аналогичен принципу работы аппарата на стадии очистки воды. После завершения стадии регенерации ионита прекращают подачу регенерационного раствора в аппарат и проводят стадию отмывки ионита от остатков регенерационного раствора промывочной водой, которая подается через штуцер 5. Принцип работы аппарата на стадии отмывки ионита аналогичен принципу работы аппарата на стадии очистки воды. После завершения отмывки ионита проводят стадию взрыхления ионита. Для этого прекращают подачу промывочной воды в аппарат, частицы инертного материала опускаются под собственным весом вниз обечайке 1, частично переходят в пространство между обечайкой 1 и обечайкой 2, заполняя свободное пространство. При этом между неподвижными плотными слоями ионита 7 и инертного материала 8 образуется свободное пространство 9. Для стадии взрыхления очищенная вода поступает в ионообменный аппарат через штуцер 6, проходит через верхнее дренажно-распределительное устройство 3, поддерживая на нем ионит в кипящем состоянии. При этом ионит отмывается от взвешенных веществ. Затем вода проходит сквозь слой частиц инертного материала 8, нижнее дренажно-распределительное устройство 4 и выводится из аппарата через штуцер 5. Затем цикл повторяется.

Расчет аппарата проводили при следующих условиях: объемный расход раствора $Q = 0,001 \text{ м}^3/\text{с}$; концентрация раствора сульфата меди на входе в аппарат $C_{\text{вх}} = 0,005 \text{ кг-экв/м}^3$; плотность раствора $\rho_p = 1000 \text{ кг/м}^3$; динамическая вязкость раствора $\mu_p = 0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$; высота неподвижного слоя катионита $H_1 = 0,5 \text{ м}$; диаметр первой обечайки $D_1 = 0,5 \text{ м}$; диаметр второй обечайки $D_2 = 0,67 \text{ м}$; высота свободного пространства $H_2 = 0,3 \text{ м}$.

Для очистки воды используется катионит на основе измельченных модифицированных древесных опилок и хиозана [1]. Катионит имеет следующие свойства: средний диаметр частиц набухшего катионита $d_k = 5 \cdot 10^{-4}$ м; плотность частиц набухшего катионита $\rho_k = 570$ кг/м³; полная динамическая обменная емкость катионита $E_0 = 0,137$ кг-экв/м³ (0,12 моль/кг).

Частицы инертного материала получены суспензионной сополимеризацией метилового эфира метакриловой кислоты с 6 % дивинилбензола. Такой синтез, например, проводят при производстве катионита КБ-4 перед введением функциональных групп [2]; насыпная плотность набухших зерен $\rho_{\text{нас}}$ равна 550–720 кг/м³ [3]; примем $\rho_{\text{нас}} = 625$ кг/м³; порозность слоя катионита $\varepsilon = 0,4$; средний диаметр частиц инертного материала $d_{\text{и.м}} = 5 \cdot 10^{-4}$ м.

Расчет аппарата на стадии сорбции проводят в следующей последовательности. Площадь поперечного сечения первой обечайки:

$$F_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} = 0,2 \text{ м}^2. \quad (1)$$

Скорость раствора в первой обечайке:

$$v_1 = \frac{Q}{F_1} = \frac{0,001}{0,2} = 0,005 \text{ м/с}. \quad (2)$$

Скорость движения раствора внутри аппарата согласуется с рекомендациями [4], в соответствии с которыми скорость воды при параллельноточном натрий-катионировании составляет от $2,8 \cdot 10^{-3}$ до $6,9 \cdot 10^{-3}$ м/с (10–25 м/ч), а при противоточном натрий-катионировании от $9,7 \cdot 10^{-3}$ до 0,011 м/с (35–40 м/ч).

Объем катионита в аппарате:

$$V_k = H_1 F_1 = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ м}^3. \quad (3)$$

Продолжительность процесса очистки воды рассчитываем по формуле [4]:

$$\tau = \frac{V_k E_0}{Q C_{\text{вх}}} = \frac{0,1 \cdot 0,137}{0,001 \cdot 0,005} = 2740 \text{ с}. \quad (4)$$

Число Рейнольдса

$$Re = \frac{v_1 d_{\text{и.м}} \rho_p}{\mu_p} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 1000}{0,001} = 2,5. \quad (5)$$

Находим коэффициент сопротивления C_d по графику [5], представленному на рис. 2.

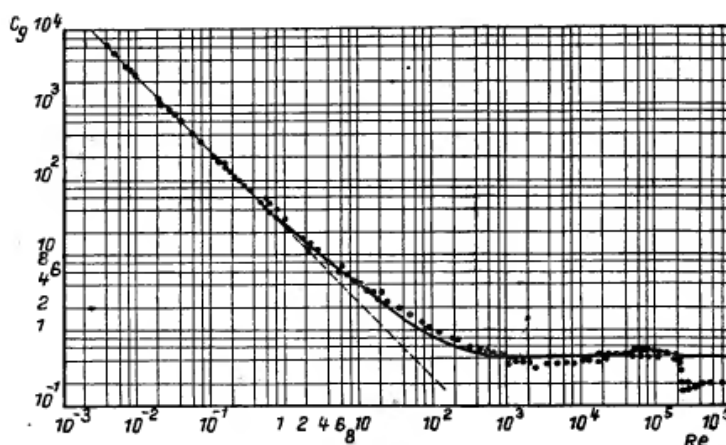


Рис. 2. Зависимость коэффициента сопротивления шара C_d от числа Рейнольдса Re

Для $Re = 2,5$ находим $C_d = 13$.

Плотность набухших зерен инертного материала:

$$\rho_{и.м} = \frac{\rho_{нас}}{(1 - \varepsilon)} = \frac{625}{1 - 0,4} \approx 1042 \text{ кг/м}^3. \quad (6)$$

Скорость витания частицы инертного материала находим по формуле [5]:

$$v_B = \sqrt{\frac{4}{3} g} \sqrt{\frac{d_{и.м} (\rho_{и.м} - \rho_p)}{C_d \rho_p}} = \sqrt{\frac{4}{3} 9,81} \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-4} (1042 - 1000)}{13 \cdot 1000}} = 0,0046 \text{ м/с}. \quad (6)$$

Объем свободного пространства в первой обечайке:

$$V_{с.п} = F_1 H_2 = 0,2 \cdot 0,3 = 0,06 \text{ м}^3. \quad (7)$$

Площадь поперечного сечения между обечайками 1 и 2:

$$F_2 = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2) = \frac{3,14}{4} (0,67^2 - 0,5^2) = 0,16 \text{ м}^2. \quad (8)$$

Скорость потока раствора между обечайками 1 и 2:

$$v_2 = \frac{Q}{F_2} = \frac{0,001}{0,16} = 0,0063 \text{ м/с}. \quad (9)$$

Высота свободного пространства между обечайками 1 и 2:

$$H_3 = \frac{V_{с.п}}{F_2} = \frac{0,06}{0,16} = 0,38 \text{ м}. \quad (10)$$

Из анализа результатов расчета можно сделать вывод о том, что разработанная конструкция аппарата позволяет очищать воду от ионов меди на катионитах с плотностью меньшей, чем плотность очищаемой воды. С целью проверки полученных расчетных данных планируется проведения экспериментальных исследований, на основании которых будут разработаны рекомендации по проведению процесса очистки воды в условиях чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Натареев С.В.* Механические и сорбционные свойства сорбента на основе древесных опилок и хитозана / С.В. Натареев, Д.Е. Захаров, А.А. Рябиков, С.А. Сырбу // Пожарная и аварийная безопасность. – 2022. - № 2 (25). – С. 7-13.
2. *Аширов А.* Ионнообменная очистка сточных вод, растворов и газов. – Л.: Химия, 1983. – 295 с.
3. Проектирование сооружений для очистки сточных вод (Справочное пособие к СНиП). – М.: Стройиздат, 1990. – 192 с.
4. Водоподготовка: Справочник / Под ред. С.Б. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
5. *Альтишуль А.Д., Киселев П.Г.* Гидравлика и аэродинамика (основы механики жидкости). – Изд-во литературы по строительству, 1965. – 275 с.

УДК 544.556.1

И. И. Сажин, А. С. Пospelov, Т. Г. Шикова, С. А. Смирнов

Ивановский государственный химико-технологический университет

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Аннотация: в статье приведен анализ различных методов модификации поверхности полимерных материалов для придания определённых биологических свойств.

Ключевые слова: плазмохимическая модификация, поверхностная энергия, гидрофильность, функциональные группы, полидиаллилдиметиламмоний.

I. I. Sazhin, A. S. Pospelov, T. G. Shikova, S. A. Smirnov

PLASMOCHEMICAL MODIFICATION OF THE SURFACE OF POLYMER MATERIALS TO REGULATE THEIR BIOLOGICAL PROPERTIES

Abstract: the article presents an analysis of various methods of modifying the surface of polymer materials to impart certain biological properties.

Keywords: plasmochemical modification, surface energy, hydrophilicity, functional groups, polydiallyldimethylammonium.

Введение

В последние десятилетия полимерные соединения находят всё большее применение в различных областях науки и техники. Долгие годы более широкое использование этих материалов сдерживалось рядом их физико-химических свойств. Полимерные материалы в большинстве своём имеют гидрофобную поверхность, слабые адгезионные свойства, плохую термостойкость и ряд других свойств, которые не позволяют широко применять их в различных рабочих условиях. Наиболее эффективным и современным методом модификации полимерных соединений является воздействие активных частиц низкотемпературной плазмы [1]. Данный метод является экологически чистым, по сравнению с методами химической модификации, при которых использовались кислоты, гидроксиды, щелочноземельные металлы и их соединения. Используя плазмохимические процессы, можно регулировать различные свойства полимеров для достижения необходимых целей, например, повысить сопротивление к высоким температурам для противопожарной безопасности, или придать полимеру антибактериальные свойства для применения в биомедицине, или значительно повысить гидрофильность и смачиваемость поверхности для процессов создания композитных материалов [2].

Главным и наиболее интересным достоинством плазмохимической модификации материалов является то, что изменению подвергается лишь тонкий приповерхностный слой толщиной до нескольких микрон. Объемные свойства полимеров при этом не изменяются. Это позволяет сохранять физико-химические, электрофизические и механические свойства материала [3].

Улучшение адгезии, смачиваемости и других свойств зависит от соотношения скоростей процессов разрушения собственных функциональных групп на поверхности полимера и скоростей образования новых функциональных групп, которые в свою очередь, могут иметь различную химическую природу [4]. Гидрофильные группы (например, полярные группы: аминогруппа (NH_2), карбоксильная (COOH), карбонильная (CO) и сульфгидрильная (SH)) могут образовывать водородные связи с полярными молекулами растворителя или воды. Состав функциональных групп, образующихся на поверхности полимера в результате воздействия плазмы, зависит как от химической структуры самого полимера, так и вида плазмообразующего газа.

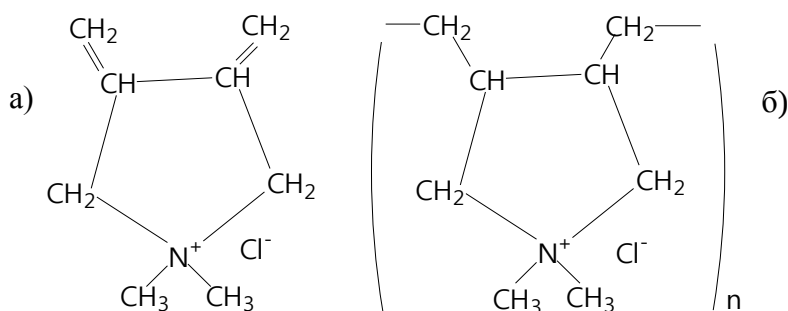


Рис. 1. Мономер хлорида диаллилдиметиламмония (а) и элементарное звено полидиаллилдиметиламмония (б)

Как правило, поверхность полимеров инертна по отношению к биологическим объектам. Для придания ей, например, антибактериальных свойств необходимо осуществить прививку соответствующих препаратов к макроцепям полимера. В качестве такого соединения может выступать хлорид полидиаллилдиметиламмония (pDDA) (рис.1, б), который образуется в результате сополимеризации полиолефина и мономера диаллилдиметиламмоний хлорида (mDDA) (рис.1, а).

Целью данной работы являлось получение пленки полиэтилена, обладающей антибактериальными свойствами, путем модифицирования поверхности образца в плазме и сополимеризации полимера и mDDA.

Методика эксперимента

В работе использовалась пленка полиэтилена высокого давления толщиной 150 мкм. Образец исходного полимерного материала располагался в виде кольца по образующей на внутренней поверхности реактора в области положительного столба разряда. Схема экспериментальной установки приведена в работе [5]. Тлеющий разряд постоянного тока ($i = 20\text{--}110$ мА) возбуждали в потоке аргона, кислорода при давлении плазмообразующего газа 50–300 Па. Линейная скорость потока газа через стеклянный реактор диаметром 3 см составляла 30 см/с. Время обработки в плазме составляло 300 с. Сразу после извлечения из реактора модифицированную в плазме пленку опускали в 15 % водный раствор хлорида диаллилдиметиламмония и выдерживали в течение одного часа для проведения сополимеризации мономера и ПЭ. Далее полимерные пленки выдерживали в течение одного часа в дистиллированной воде с целью удаления не связанного с поверхностью образца мономера. Топографию поверхности пленки исследовали методом атомно-силовой микроскопии с использованием электронного микроскопа фирмы NT-MDT типа “Solver P47 Pro”. Химический состав поверхностного слоя определяли методом ИК-спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения (использовался спектрофотометр фирмы «Nicolet» марки «Avatar-360»). Элементом НПВО служил кристалл селенида цинка, угол падения луча 42° , с однократным отражением, применяли режим накопления сигнала по результатам 32 сканирований, разрешение составляло 2 см^{-1} . Краевые углы смачивания mDDA и дистиллированной водой определяли с помощью программы ImageJ по цифровому изображению капли, регистрируемому HD-камерой.

Экспериментальные результаты

Поверхность исходного необработанного полимера практически не смачивается водой и раствором mDDA (рис. 2а). Это не позволяет погрузить пленку ПЭ в раствор мономера и провести прививку. Поэтому первым этапом работы было придание поверхности образца гидрофильных свойств путем обработки в плазме. Воздействие плазмы аргона и кислорода значительно увеличивает смачиваемость поверхности пленок (рис. 2б). Краевой угол смачивания исходного полимера составляет $86\pm 1^\circ$ и $89\pm 1^\circ$ для мономера и воды соответственно. После обработки полимера в плазме аргона усредненное по поверхности образца значение краевого угла смачивания составляло $29\pm 2^\circ$ и $37\pm 2^\circ$ для мономера и воды соответственно.

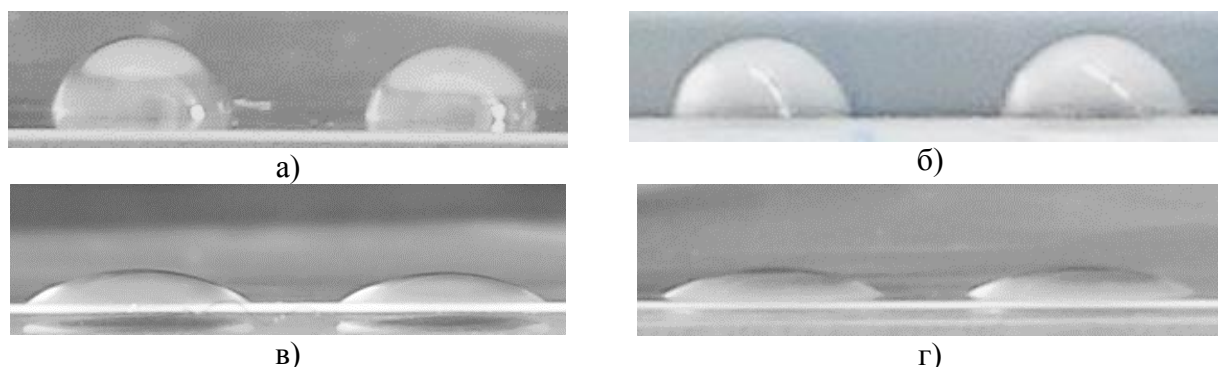


Рис. 2. Краевой угол смачивания водой (а, в), раствором mDDA (б, г) для исходного полимера (а, б) и пленки, обработанной в плазме аргона (в, г) при давлении 100 Па и токе разряда 50 мА

Значительное улучшение смачиваемости поверхности ПЭ позволило погрузить обработанную пленку в раствор мономера и провести необходимую выдержку полимера для его сополимеризации с mDDA. Исследование методом ИК спектроскопии НПВО показало, что однократная промывка в воде этих образцов не приводит к полному удалению мономера (рис. 1): на спектрах наблюдается сильная широкая полоса поглощения в области $3200\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ (валентные колебания связи C – N), полоса с максимумом поглощения на 1640 см^{-1} (валентные колебания связи C=C), полосы поглощения на 966 см^{-1} и 881 см^{-1} (деформационные колебания C – H в двойных связях).

Анализ поверхности образцов после обработки в плазме аргона и кислорода показал, что в поверхностном слое полимера происходит образование различных кислородсодержащих групп и двойных связей. На рис.1. приведены ИК спектры исходных и обработанных в плазме аргона пленок ПЭ. Наблюдается увеличение поглощения в диапазоне $3200\text{--}3500\text{ см}^{-1}$ – область валентных колебаний связи O–H, в диапазоне $1600\text{--}1800\text{ см}^{-1}$ – область валентных колебаний связи C=O в различном окружении (рис.1). При обработке полимеров в плазме кислорода поглощение в отмеченных областях спектра несколько выше, чем в плазме аргона. Образование кислородсодержащих групп на поверхности образца при обработке в плазме аргона может быть связано с наличием кислородсодержащих примесей в плазмообразующем газе, а также с их десорбцией со стенок реактора и электродов под действием разряда. Возможно также взаимодействие долгоживущих радикалов, образовавшихся в полимере в плазме аргона, с кислородом и парами воды воздуха – так называемые пост-эффекты.

Кроме отмеченных изменений, в ИК спектре наблюдается также увеличение оптической плотности в области 967 см^{-1} , 910 см^{-1} , 890 см^{-1} (рис.1). Эти частоты отвечают деформационным колебаниям группы C-H в двойных связях различного типа. Более значительные изменения в этой области спектра наблюдаются при обработке полимеров в аргоне.

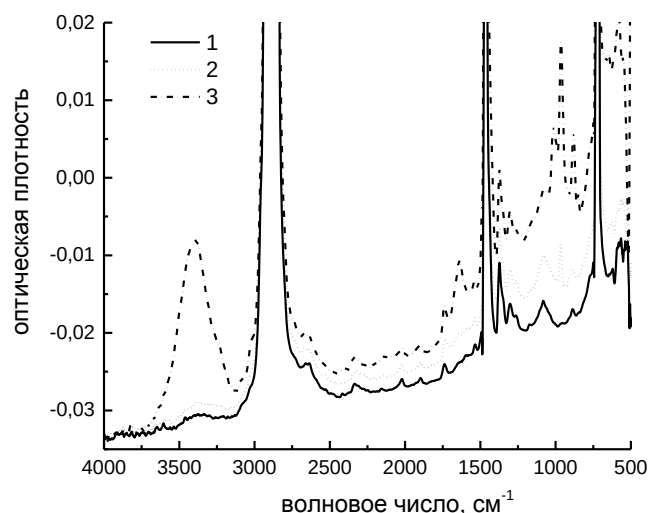


Рис. 3. ИК спектр исходной пленки ПЭ (а); (б) образец, обработанный в плазме аргона при давлении 100 Па и токе разряда 80 мА; (в) образец, обработанный в плазме аргона, после выдержки в растворе mDDA в течение 1 часа и выдержки в дистиллированной воде (1 час)

Плазмоокислительная деструкция полимера сопровождается изменением топологии его поверхности. Травление в плазме приводит к росту шероховатости образца (рис. 4). Максимальная высота вертикальных элементов рельефа отмечается у образца, обработанного в плазме кислорода (рис. 4 в), минимальная у исходного образца (рис. 4 а).

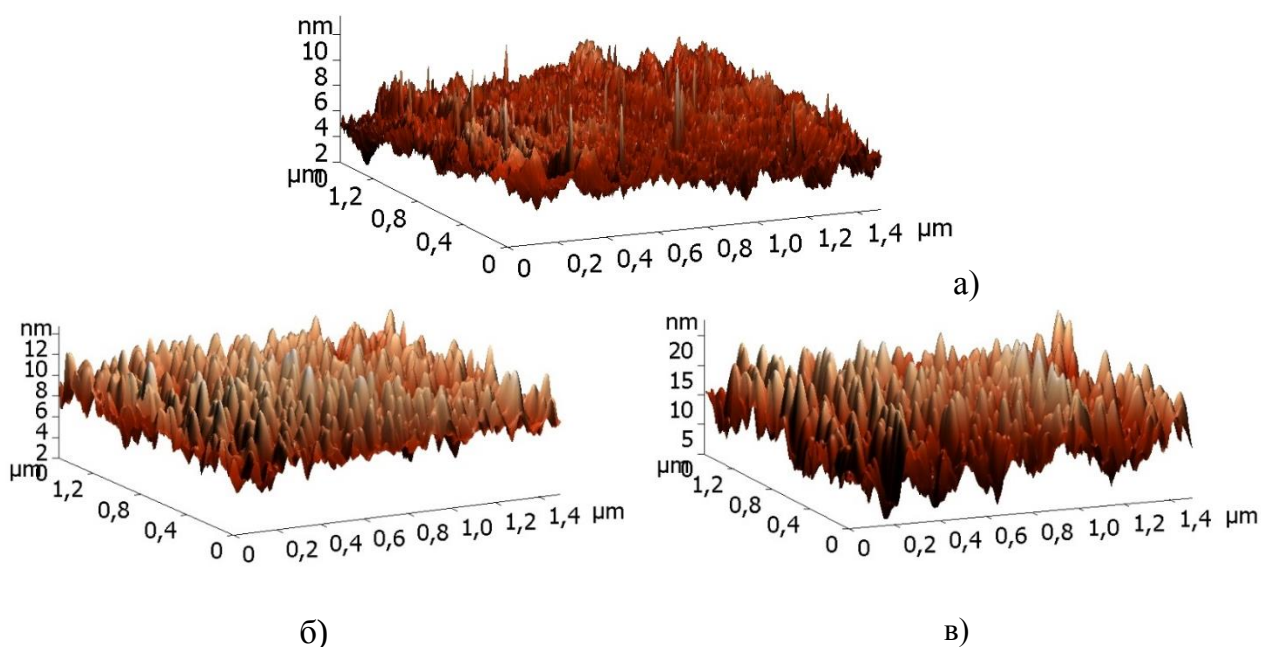


Рис. 4. АСМ изображения пленок полиэтилена: исходный образец (а); обработанный в плазме аргона (б); обработанный в плазме кислорода (в). Ток разряда 80 мА, давление газа 100 Па

Таким образом, окисление полимера и рост шероховатости поверхности в результате обработки в плазме привели к значительному улучшению смачиваемости образца, что сделало возможным проведение сополимеризации ПЭ и mDDA.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбкин В.В., Титов В.А. Кинетика и механизмы взаимодействия окислительной плазмы с полимерами // Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Т. VIII-I. Химия низкотемпературной плазмы / Отв. редакторы Ю. А. Лебедев, Н. А. Платэ, В. Е. Фортов. М.: Янус- К, 2005 С. 130–170.
2. Смирнов С.А., Титов В.А., Рыбкин В.В. Влияние гетерогенных процессов на параметры кислород содержащей плазмы // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2012. Т. 55. №. 4. С. 12–20.
3. Титов В.А., Смирнов С.А., Рыбкин В.В. Физико-химические процессы в системе неравновесная плазма – полимер //Химия высоких энергий. 2009. Т. 43. № 3. С. 218–226.
4. Кувалдина Е.В., Шикова Т.Г., Смирнов С.А., Рыбкин В.В. Поверхностное окисление и деструкция полиэтилена в плазме смеси аргон-кислород // Химия высоких энергий. - 2007. - Т. 41, № 4.- С. 284–287.
5. Шикова Т.Г., Смирнов С.А., Овцын А.А. Неравномерность плазмохимического модифицирования поликарбоната при большой загрузке реактора //Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Актуальные вопросы естествознания", 25 марта 2019 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 150–155.

УДК 621.313

К. В. Семенова¹, А. И. Тихонов², М. С. Фадеева², Д. М. Тихомиров², В. Е. Розин²

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ В СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ

Аннотация: рассмотрена технология моделирования физических процессов в технических системах, позволяющая имитировать функционирование данных систем во времени с учетом совокупности взаимовлияющих явлений в условиях недостатка опыта в конкретных областях знаний. Особое внимание уделено использованию принципов теории подобия.

Ключевые слова: теория подобия, имитационное моделирование, цепные модели, MatLab Simulink SimPowerSystems.

K. V. Semenova, A. I. Tikhonov, M. S. Fadeeva, D. M. Tikhomirov, V. E. Rozin

APPLICATION OF THE PRINCIPLES OF THE THEORY OF SIMILARITY IN MODELING PROCESSES IN COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS BASED ON THE THEORY OF CIRCUITS

Abstract: the technology of modeling physical processes in technical systems is considered, which allows simulating the functioning of these systems in time, taking into account the totality of mutually influencing phenomena in conditions of lack of experience in specific areas of knowledge. Particular attention is paid to the use of the principles of the theory of similarity.

Keywords: similarity theory, simulation modeling, chain models, MatLab Simulink SimPowerSystems.

Введение

При проектировании и безаварийном обслуживании технических систем большое внимание уделяется прогнозированию протекания физических процессов в данных системах в произвольных режимах. Особенно важно предсказать, как поведет себя устройство в нештатных ситуациях, способных привести к авариям и пожарам. Для этого в настоящее время используются имитационные модели, под которыми согласно ГОСТ Р 57188-2016 [1] понимаются «математические модели процесса, явления, которые представляет процесс с определенной точностью». Также можно отметить, что, согласно ГОСТ Р 57412-2017 [2], «имитационная модель отражает элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени, что позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени, дающие возможность оценить свойства объекта моделирования».

В настоящее время наиболее часто в технике используются модели физических процессов в технических устройствах, построенные на основе теории цепей, получившие название «цепных моделей». Данные модели строятся на основе на основе математического аппарата обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих протекание во времени физических процессов произвольной природы. Современные системы моделирования цепей позволяют строить сложные модели разветвленных цепей, по точности не уступающие полевым моделям, что достигается благодаря использованию некоторых симметрий, характерных для определенных классов решаемых задач. При этом такие модели оказываются более быстродействующими, чем полевые модели, обеспечивающие ту же точность.

К наиболее популярным пакетам имитационного моделирования с использованием структурных и цепных моделей относится пакет MatLab Simulink, в который внедрен широкий набор библиотек, позволяющих решать прикладные задачи практически из любой области инженерной науки.

При моделировании сложных технических систем возникает проблема, требующая учитывать взаимное влияние множества процессов разной природы. При этом не существует специалистов, которые являлись бы экспертами во всех отраслях технической физики, способных грамотно описать специфику всех этих процессов. Здесь на помощь приходит теория подобия, предлагающая единый универсальный подход к описанию физических процессов разной природы.

Результаты исследования

Как известно, одними и теми же по форме уравнениями описываются различные по своей природе явления, что лежит в основе явления, названного изоморфизмом [3, 4]. В частности, любой физический процесс произвольной природы можно описать системой обыкновенных в общем случае нелинейных дифференциальных уравнений вида

$$a_n \frac{d^n x(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} x(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_2 \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dx(t)}{dt} + a_0 x(t) = f(t), \quad (1)$$

где $x(t)$ и $y(t)$ – функции времени; $a_0, \dots, a_n$ – коэффициенты.

К числу наиболее отработанных практических приложений теории обыкновенных дифференциальных уравнений относится приложение ее к анализу электрических цепей, в которых коэффициенты уравнения (1) приобретают физически обоснованный смысл. В частности, оказывается, что все эти коэффициенты можно свести с комбинации параметров всего пяти типов: сопротивление R , индуктивность L , емкость C , источник ЭДС E и источник тока I . При этом сложная система уравнений вида (1) может быть разложена на систему уравнений не более второго порядка, что имеет как математический, так и физический смысл [5]. Каждому такому «элементарному уравнению» данной системы может быть поставлена в соответствие «элементарная цепь» (ветвь) из последовательно или параллельно соединенных элементов R , L , C , E , I . Модель сложного процесса при этом может быть представлена сложной разветвленной цепью, построенной из таких ветвей.

Можно показать, что не только электрическая цепь, но и любой физический процесс может быть представлен разветвленной цепной моделью, построенной из пяти типов элементов, аналогичных электрическим элементам R , L , C , E , I [4, 5]. Правда, для каждого конкретного процесса данные элементы будут иметь свою физическую природу. Например, в случае тепловых цепей это будут тепловое сопротивление R_t , теплоемкость C_t , перепад температур ΔT (аналог ЭДС), источник теплового потока Q . Природа теплового аналога индуктивности L_t не совсем понятна, так как авторы не являются специалистами в области тепловых двигателей, где данный параметр может быть использован, в то же время в пределах предмета обычной термодинамики он, как правило, применения не находит.

Для построения цепной модели произвольных физических процессов в рамках пакета MatLab Simulink используется библиотека SimScape, представленная набором библиотек, каждая из которых адаптирована к своей предметной области: электрические цепи, тепловые процессы, газо- и гидродинамика и т.п. Однако, как показывает опыт, специалистам в области электротехники удобнее пользоваться электрическими схемами замещения процессов произвольной природы, используя для их моделирования библиотеку MatLab Simulink SimPowerSystems.

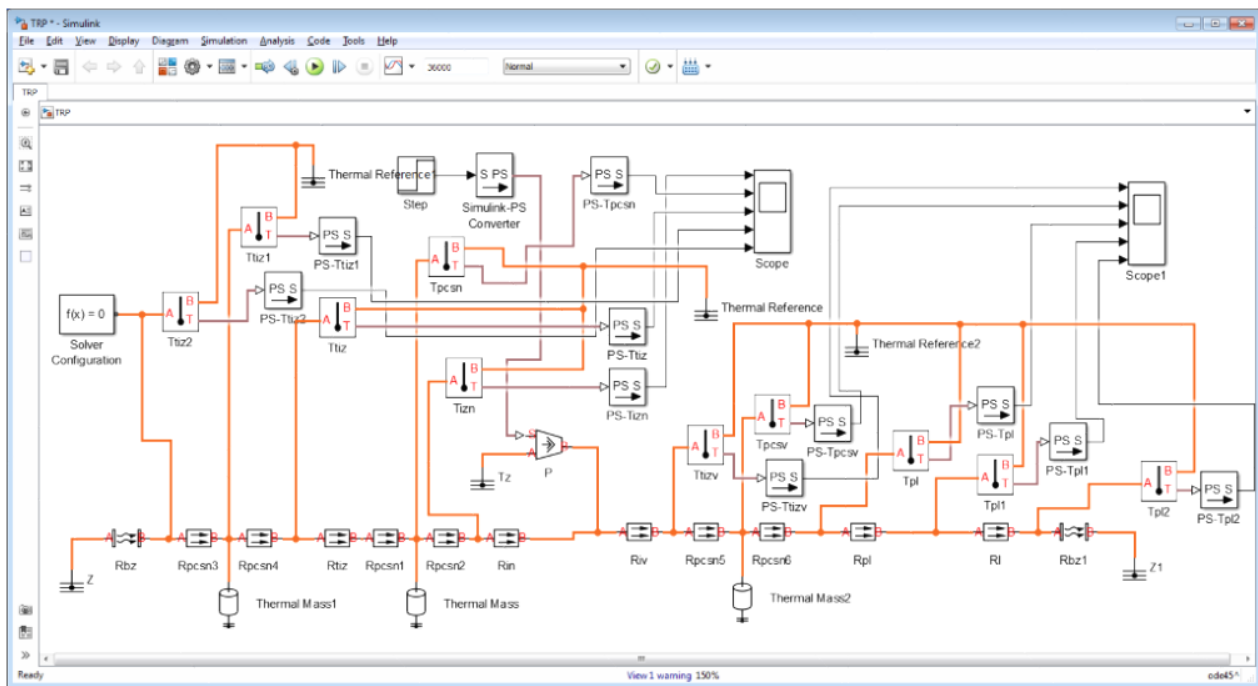


Рис. 1. Модель тепловой цепи в MatLab Simulink SimScape Termal

В качестве примера здесь приводится решение задачи моделирования многослойных теплых полов при строительстве жилого дома. На рис. 1 приведена цепная модель теплового пола, реализованная средствами библиотеки MatLab Simulink SimScape Termal. В качестве источника тепловыделений используется нагревательный элемент. На рис. 2 представлена электрическая схема замещения модели теплого пола, описываемая следующими параметрами:

- 1) тепловое сопротивление теплопроводности

$$R = \frac{b}{\lambda S}, \quad (2)$$

где b – толщина слоя; λ – удельная теплопроводность материала; S – площадь поверхности, через которую проходит тепловой поток;

- 2) тепловое сопротивление теплоотдачи

$$R = \frac{1}{\alpha S}, \quad (3)$$

где α – коэффициент теплоотдачи с поверхности S ;

- 3) теплоемкость, моделируемая электроемкостью с параметром

$$C = cm, \quad (4)$$

где c – удельная теплоемкость материала; m – масса слоя.

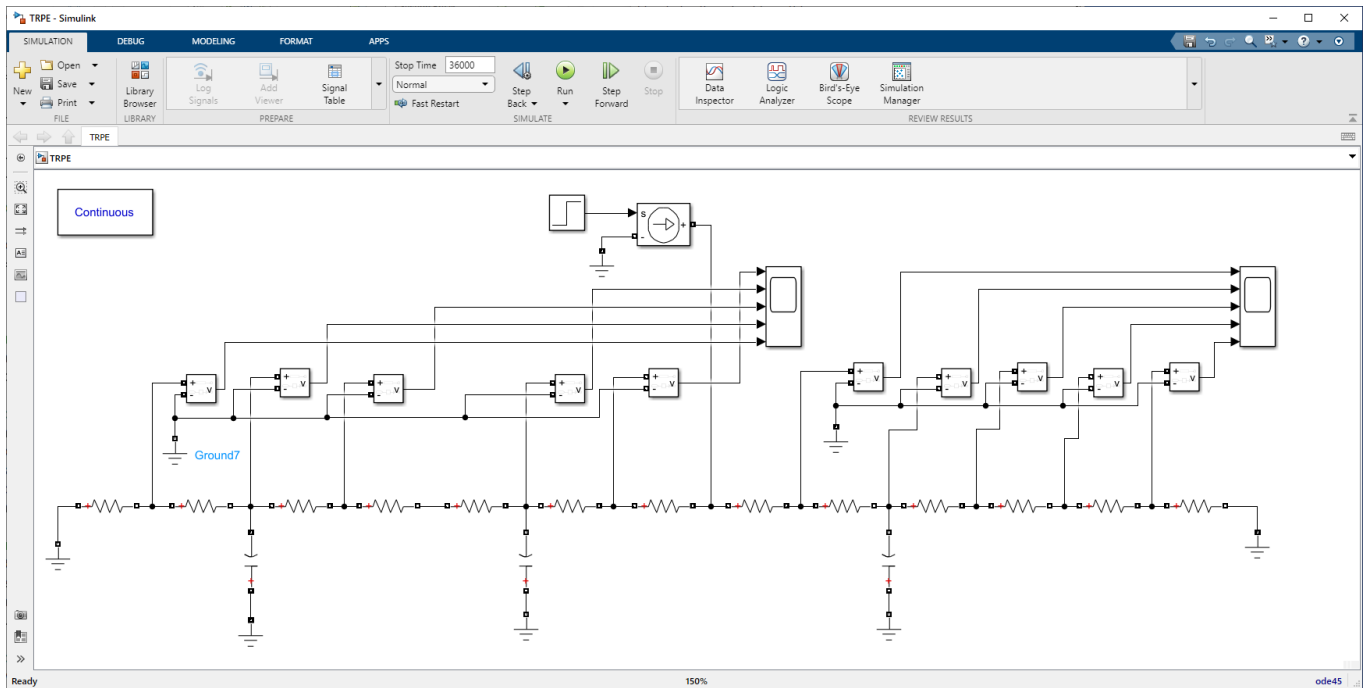


Рис. 2. Электрическая схема замещения тепловой цепи в MatLab Simulink SimPowerSystems

Результатом моделирования являются кривые изменения во времени температуры в разных слоях многослойного пола, приведенные на рис. 3.

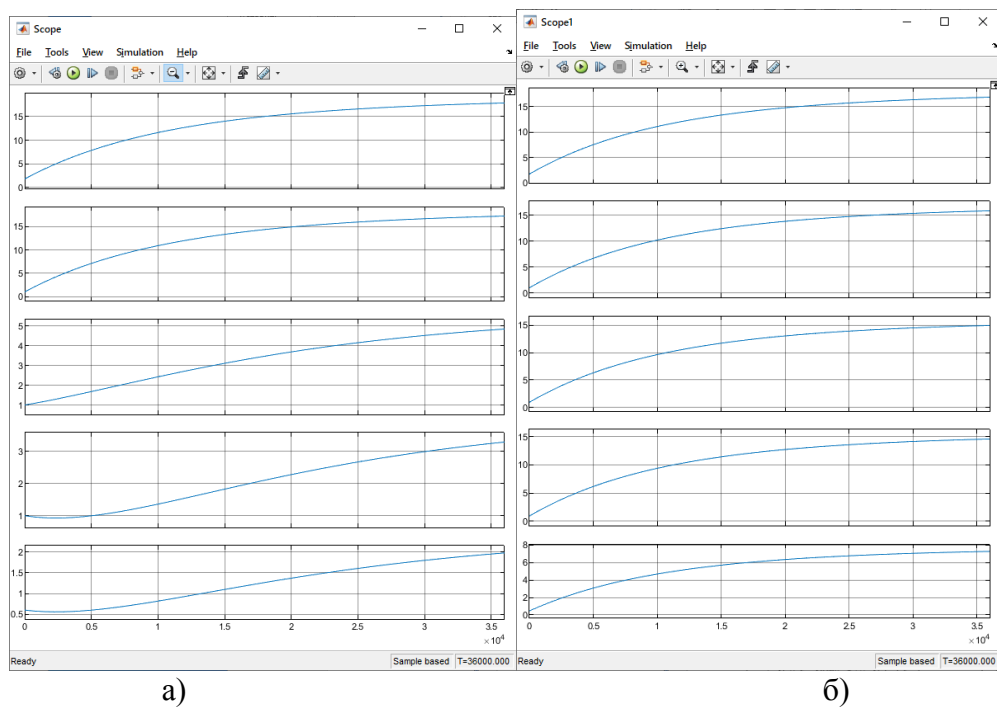


Рис. 3. Превышения температуры: а) 1 – на поверхности изоляции теплоэлемента, 2 – в середине подсыпки (низ), 3 – между теплоизоляцией и бетоном, 4 – в середине бетонного пола, 5 – между бетоном и землей; б) 1 – на поверхности изоляции теплоэлемента, 2 – в середине подсыпки (верх), 3 – между декоративной подложкой и подсыпкой, 4 – между подложкой и ламинатом, 5 – на поверхности ламината

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Описанная в данной работе технология позволяет моделировать не только электрические и тепловые цепи, но и произвольные физические процессы в сложных технических системах инженерами, не являющимися специалистами одновременно в разных специфических областях техники. Не смотря на отсутствие специальной подготовки в данной конкретной области, инженер может построить и рассчитать имитационную модель с учетом взаимного влияния процессов различной природы. Перспективы развития данной технологии видятся в направлении автоматизации процесса построения сложных разветвленных электрических схем замещения физических процессов с использованием разрабатываемой для этих целей технологии параметрической генерации цепных моделей, не уступающих по точности расчета полевым моделям.

Работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ, региональный конкурс Ивановской области, проект № 20-48-370001 от 19.01.2021.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 57188-2016. Численное моделирование физических процессов. Термины и определения. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2016 – Дата введения 01.05.2017.
2. ГОСТ Р 57412-2017. Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения. – М.: Стандартиформ, 2017 – Дата введения 01.07.2017.
3. *Веников В.А.* Физическое моделирование электрических систем / В.А. Веников, А.В. Иванов-Смоленский. – М., Л.: Гос. энергетическое изд-во, 1956. – 359 с.
4. *Тихонов А.И.* Основы теории автоматического управления: Учеб. пособие / ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2015. – 108 с.
5. *Тихонов А.И., Неверов И.В., Игошин И.П.* Методология научных исследований: Учеб. пособие для магистрантов и аспирантов технических вузов / ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2017. – 168 с.

УДК: 66.021.3

А. Ю. Семенов¹, С. В. Натареев^{1,2}, С. А. Сырбу²

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АППАРАТЕ С МЕХАНИЧЕСКИ СЖАТЫМ СЛОЕМ ИОНИТА

Аннотация: в статье приводится описание принципа действия аппарата с механическим сжатым слоем ионита. Достоинством данного аппарата является возможность использования в качестве загрузки ионит, имеющий меньшую плотность по сравнению с плотностью очищаемой воды. Механическое сжатие слоя ионита с помощью частиц инертного материала препятствует его внутрислойному перемешиванию.

Ключевые слова: ионообменный аппарат, механически сжатый слой сорбента.

A. Yu. Semenov, S. V. Natareev, S. A. Syrbu

WATER PURIFICATION FROM HEAVY METAL IONS IN A DEVICE WITH A MECHANICALLY COMPRESSED LAYER OF IONITE

Abstract: the article describes the principle of operation of the device with a mechanical compressed ionite layer. The advantage of this device is the possibility of using an ionite with a density less than the density of the treated water as a load. Mechanical compression of the ionite layer with the help of inert material particles prevents intralayer mixing of the ionite.

Keywords: ion exchange materials, heavy metals, device.

Обеспечение населения и подразделений государственной противопожарной службы МЧС водой в необходимом объеме и требуемого качества в условиях чрезвычайной ситуации является одной из важнейших задач. Основные усилия специализированных спасательных служб обычно направлены на восстановление систем водоснабжения [1, 2]. Гарантированное обеспечение питьевой водой населения осуществляется подвозом бутилированной воды. Для подвоза воды также могут быть использованы пожарные цистерны, поливочные машины, молоковозы и т.п. [3]. Для производства безопасной питьевой воды из различных водных источников успешно применяются мобильные системы водоочистки. Описание принципа их работы и технических характеристик можно найти в работах [4, 5]. Для глубокой очистки воды от ионов тяжелых металлов может быть использован метод ионного обмена [6]. Для повышения эффективности и надёжности ионообменного оборудования необходимо его постоянное совершенствование и реконструкция.

В работе предложена конструкция ионообменного аппарата с механически сжатым неподвижным слоем ионита (рис. 1.).

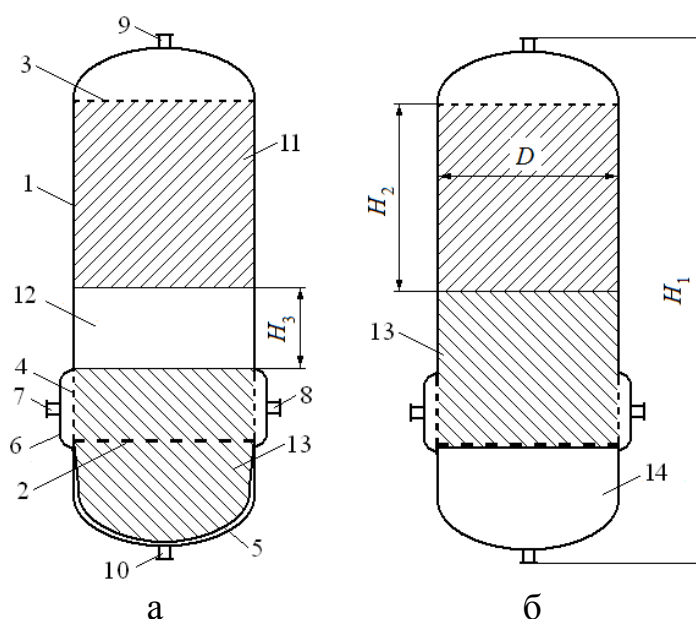


Рис. 1. Ионнообменный аппарат:

а – в нерабочем состоянии, б – на стадии очистки воды;

1 – корпус; 2 – решетка; 3, 4 – дренажно-распределительные устройства;

5 – эластичная пленка; 6 – карман; 7 – 10 – штуцера; 11 – слой сорбента;

12, 14 – свободный объем; 13 – слой инертного материала

Ионнообменный аппарат работает следующим образом. Перед началом работы в ионнообменный фильтр помещают ионит и инертный материал. Поскольку ионит легче воды, то он всплывает вверх, а инертный материал опускается в нижнюю часть аппарата. В штуцер 10, расположенный на днище аппарата, подают воздух, который надувает воздушную подушку 5, образованную стенкой днища и эластичной пленкой 5. Частицы инертного материала свободно проходят вверх через решетку 4. Решетка 2 препятствует чрезмерному раздуванию воздушной подушки 14 и способствует равномерному давлению воздушной подушки 14 на слой частиц инертного материала 13. Слой частиц инертного материала 13 прижимает слой частиц ионита 11 к верхнему дренажно-распределительному устройству 3. Исходная вода подается через штуцера 7 и 8, проходит через нижнее дренажно-распределительное устройство 4, слой частиц инертного материала 14 и ионита 13 (рис. 1б), где очищается от ионов целевого компонента. Затем вода проходит через верхнее дренажно-распределительное устройство 3 и выводится из аппарата через штуцер 9. После насыщения ионита целевым компонентом проводят регенерацию ионита. Регенерационный раствор подается в аппарат через штуцер 9, проходит через верхнее дренажно-распределительное устройство 3, слой частиц ионита 11 и инертного материала 13 (рис. 1а), нижнее дренажно-распределительное устройство 4 и удаляется из аппарата через штуцера 7 и 8. После восстановления обменной емкости ионита проводят его отмывку от остатков регенерационного раствора. Промывочная вода подается в аппарат через штуцер 9, проходит через верхнее дренажно-распределительное устройство 3, слой частиц ионита 11 и инертного материала 13, нижнее дренажно-распределительное устройство 4 и удаляется из аппарата через штуцер 7 и 8. Затем проводят стадию взрыхления. Для этого из воздушной подушки 14 через штуцер 10 удаляют воздух, воздушная подушка 14 сдувается и слой частиц инертного материала 13 опускается в нижнюю часть аппарата под собственным весом, прижимая эластичную пленку 5 к днищу аппарата. Вода для взрыхления

ионита подается в аппарат через штуцер 9, поддерживая находящийся под верхним дренажно-распределительным устройством 3 слой ионита 11 в псевдооживленном состоянии. Затем вода проходит через слой частиц инертного материала 13 (рис. 1а), нижнее дренажно-распределительное устройство 4 и удаляется из аппарата через штуцера 7 и 8. После стадии взрыхления цикл повторяется.

Предлагаемый аппарат позволяет проводить процессы ионообменной очистки воды, противоточной регенерации и отмывки ионита в плотном слое частиц ионита с плотностью, меньшей, чем плотность очищаемой воды, за счет удержания слоя частиц ионита в неподвижном состоянии между верхним дренажно-распределительным устройством и слоем частиц инертного материала, прижатого к слою ионита воздушной подушкой, а также проводить процесс взрыхления ионита за счет его перемешивания в псевдооживленном слое, расположенном между верхним дренажно-распределительным устройством и слоем частиц инертного материала, который опустился под собственным весом в нижнюю часть аппарата вследствие сдувания воздушной подушки.

Ионообменный аппарат применяется для очистки воды от ионов меди на катионите, полученном из модифицированного льняного волокна и хитозана. Принимаем: производительность аппарата по раствору $Q = 0,001 \text{ м}^3/\text{с}$; исходная концентрация раствора сульфата меди $C_{\text{вх}} = 0,005 \text{ кг-экв/м}^3$; полная динамическая обменная емкость катионита $E_0 = 0,154 \text{ кг-экв/м}^3$; порозность плотного слоя катионита $\epsilon_{\text{п.с}} = 0,4$; порозность кипящего слоя катионита $\epsilon_{\text{к.с}} = 0,6$; плотность частиц инертного материала $\rho_{\text{и.м}} = 1100 \text{ кг/м}^3$.

Расчет проводят в следующей последовательности.

Площадь поперечного сечения аппарата:

$$S = \frac{Q}{v_{\text{вх}}}, \text{ м}^2. \quad (1)$$

В соответствии с рекомендациями [8] принимаем скорость движения раствора $v_{\text{вх}}$, равную $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$. Получаем $S = 0,2 \text{ м}^2$.

Диаметр аппарата

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 0,5 \text{ м}. \quad (2)$$

Высота слоя катионита в аппарате

$$H_2 = D, \text{ м}. \quad (3)$$

Объем катионита в аппарате

$$V_k = SH_2 = 0,1 \text{ м}^3. \quad (4)$$

Продолжительность процесса очистки воды рассчитываем по формуле [4]:

$$\tau = \frac{V_k E_0}{Q C_{\text{вх}}} = \frac{0,1 \cdot 0,154}{0,001 \cdot 0,005} = 3080 \text{ с}. \quad (5)$$

Для определения высоты кипящего слоя катионита воспользуемся формулой

$$H_2(1 - \varepsilon_{п.с}) = H_{к.с}(1 - \varepsilon_{к.с}). \quad (6)$$

Откуда $H_{к.с} = 0,75$ м.

Высота свободного объема

$$H_3 = H_{к.с} - H_2 = 0,25 \text{ м.} \quad (7)$$

Высота аппарата

$$H_1 = 1,1 \cdot (H_2 + 2H_3) = 1,1 \text{ м.} \quad (8)$$

Объем частиц инертного материала

$$V_{и.м} = 2H_3S = 0,1 \text{ м}^3. \quad (9)$$

Давление воздуха в воздушной подушке

$$P = \frac{V_{и.м} \rho_{и.м} g}{S} = \frac{0,1 \cdot 1100 \cdot 9,81}{0,2} = 5396 \text{ Па.} \quad (10)$$

Таким образом, в результате проведенных расчетов определены основные габаритные размеры аппарата и время его работы на стадии очистки воды от ионов меди. На основании полученных данных можно сделать вывод о высокой эффективности разработанного аппарата. Полученные результаты расчетов будут апробированы на лабораторной ионнообменной установке, которая планируется к изготовлению. Далее будут разработаны рекомендации по практическому применению аппарата при работе в условиях чрезвычайной ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пеньков А.И., Тихомирова Е.А. Полевой А.А. Аварийно-спасательные работы на сетях водопровода и канализации городской инфраструктуры // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 5-6 ноября 2015 г.: в 2 т. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015. - Т. 2. - С. 186-192.
2. Подолько П.М. Снабжение населения питьевой водой в условиях чрезвычайных ситуаций // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – № 1, вып. 71. – С. 1 – 8.
3. Шевцов М.Н., Шкамардина Е.А. Чрезвычайные ситуации на системах водоснабжения // вестник науки и образования – 2020- № 1 (79). Часть 1. С. 9 – 15.
4. Гупалюк В.Ф., Баронин А.В., Работкина О.Е. Средства очистки воды в зонах чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. - № 1-2 (6). – С. 191-193.

5. Федотов Р.В., Щукин С.А., Степаносьянц А.О., Чепкасова Н.И. Современные технологии очистки природных вод от антропогенных загрязнений // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 9-3. – С. 452-456.

6. Рябинов А.А., Захаров Д.Е., Натарева С.В., Снегирев Д.Г. Применение кольцевого адсорбера для очистки воды от ионов тяжелых металлов // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 31 марта 2022 года / сост.: Т. В. Фролова. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022 – С 374 - 378.

7. Жуков М.М., Бобрышева С.Н., Осяев В.А., Рыжков М. Б. Использование дисперсных систем в технологиях предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2020. - № 1 (47). – С. 82 – 94.

8. Водоподготовка: Справочник / Под ред. С.Б. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

УДК 66-914.5

Д. В. Ситанов

Ивановский государственный химико-технологический университет

ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД В ХЛОРЕ КАК ИСТОЧНИК ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИ АКТИВНОЙ СРЕДЫ

Аннотация: работа посвящена изучению процессов, наблюдаемых на фронтах переключения периодически горящего разряда в хлоре. Показано, что такой режим горения разряда позволяет более эффективно использовать хлорсодержащие газы в процессах плазмохимического травления полупроводников и металлов.

Ключевые слова: взаимодействие, плазма, переходные процессы, хлор.

D. V. Sitanov

GAS DISCHARGE IN CHLORINE AS A SOURCE OF FORMATION OF A CHEMICALLY ACTIVE MEDIUM

Abstract: the work is devoted to the study of the processes observed at the switching fronts of a periodically burning discharge in chlorine. It is shown that such a regime of discharge combustion makes it possible to more efficiently use chlorine-containing gases in the processes of plasma-chemical etching of semiconductors and metals.

Keywords: interaction, plasma, transient processes, chlorine.

Введение

Разряды пониженного давления находят широкое применение в различных областях техники и технологии, в частности в тех её областях, где газовое и плазмохимическое травление определяет конечный результат обработки материалов. Такие требования предъявляются, в первую очередь, к наукоемким и прецизионным технологиям. Так низкочастотные разряды (НЧР) находят широкое применение при решении различных практических задач: для создания среды в лазерах, при травлении материалов и структур, а также для модификации состояния поверхностей материалов. С другой стороны, применение плазмы в технологических целях является средством генерации химически активных частиц в промышленных реакторах. В частности, плазма на основе галогенов или кислорода является эффективной средой при реализации процессов травления технологических материалов [1]. Перечисленные газы сами по себе являются химически активными, а в плазме они приобретают дополнительные возможности за счет их диссоциации с образованием атомов, которые обладают еще более эффективными химическими свойствами [2]. Немаловажным свойством газовых разрядов является генерация в них частиц в ионизованном состоянии. А ионами, как известно, можно управлять с одновременным увеличением их потенциальной энергии. Данный факт дает возможность использовать ионные потоки для дополнительной обработки материалов. Так, используя в составе установок дополнительные системы инъекции, фокусировки и ускорения ионов можно создавать системы локальной модификации участков крупногабаритных систем. Однако в данной работе речь пойдет о другом важном аспекте НЧР, связанным с дополнительной генерацией в нем атомарных частиц, в частности атомов хлора на основе плазмообразующего газа Cl_2 .

Постановка задачи и описание экспериментальной установки

В данной работе мы исследовали НЧР в хлоре, так как, с одной стороны, это достаточно часто используемая среда для плазмохимического травления материалов, а с другой – в плазме хлора оказывается возможным независимо изучать процессы гетерогенной рекомбинации атомов с образованием продуктов взаимодействия. В работе [3] мы уже использовали РИМ для изучения этих процессов. При этом на фронтах переключения токовых импульсов фиксировались резкие выбросы сигнала, что можно интерпретировать следующими причинно-следственными явлениями. Во-первых, такая ситуация может складываться потому, что электроны в НЧР генерируются на фронтах токовых импульсов периодическими выбросами, в особенности, если за время паузы между импульсами тока плазма практически полностью распадается и для зажигания разряда (пробоя разрядного промежутка) необходимо прикладывать напряжение, превышающее напряжение стационарного горения разряда [4]. Действительно, в относительно длинных ректорах (размер которых в несколько раз превышал размеры самих электродов) начальный импульс напряжения оказывался выше напряжения, необходимого для поддержания горения разряда. Таким образом, на фронтах токовых импульсов могут формироваться выбросы концентраций атомарного хлора, так как основными каналом диссоциации молекул хлора в разряде является диссоциация Cl_2 при электронном ударе. Во-вторых, в плазме помимо основных волновых процессов должны фиксироваться низкочастотные флуктуации, пропорциональные характеру изменения концентрации атомов, в данном случае, атомов хлора. Эксперименты проводились на установке, схема которой показана на рис. 1.

Основной особенностью используемого нами блока питания для возбуждения разряда являлось то, что он позволял получать стабильный сигнал на разрядной трубке с подавленными пульсациями вплоть до десятков микросекунд. В качестве основного элемента схемы модуляции постоянного тока мы использовали лампу ГМИ-10. В качестве задающего элемента схемы применялся генератор импульсов точной амплитуды Г5-75, позволяющий изменять длительность паузы t_p между импульсами горения разряда от 0.1 до 100 мс с дискретностью не хуже 1 мс.

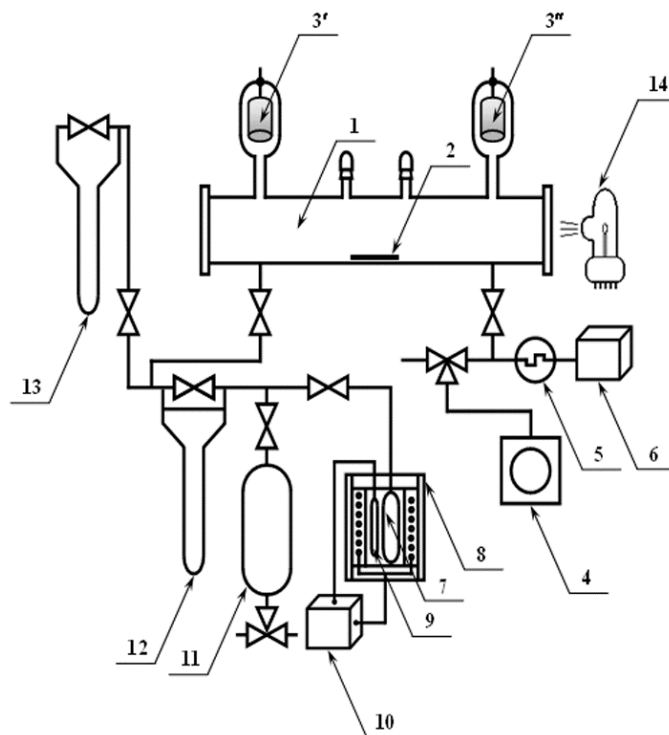


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

- 1 – плазмохимический реактор; 2 – исследуемый образец (кремний); 3' – электрод (Катод);
- 3'' – электрод (Анод); 4 – вращательно-масляный насос ВН-461; 5 – вакуумметр ВТ-2;
- 6 – термопарный датчик ПМТ-2; 7 – ампула с солью CuCl_2 ; 8 – печь;
- 9 – термопара хромель/алюмель; 10 – милливольтметр Ш4501;
- 11 – емкость для хранения хлора; 12 – капиллярный масляный реометр;
- 13 – U-образный масляный манометр; 14 – лампа ДДС-30

Изложение основного материала исследования

Для анализа переходных процессов на фронтах токовых импульсов в НЧР использовалась РИМ совместно с эмиссионной и абсорбционной спектроскопией. Спектральные кинетические зависимости рекомбинации атомов хлора в разряде получались как результат обобщения данных по остаточной концентрации атомов хлора в разряде при различных длительностях паузы. При этом относительное изменение концентрации атомов хлора определялось с использованием оптической эмиссионной спектроскопии по изучению атомарного хлора на длине волны 452.6 нм (переход $5p^2p_{3/2}^0 \rightarrow 4s^2p_{3/2}$). Динамика изменения концентрации молекулярного хлора при импульсном питании разряда контролировалась по поглощению молекулярным хлором внешнего излучения от лампы ДДС-30 в окрестности длины волны 330 нм (абсорбционная спектроскопия). Для успешной реализации методики нам приходилось корректировать длину волны, на которой мы фиксировали поглощение

молекулярного хлора с целью минимизации собственного излучения разряда. Все эксперименты проводились при общем давлении хлора в системе 100 Па. Ток разряда и расход плазмообразующего газа поддерживались на уровне 11 мА и 1.3 см³/с соответственно. Период следования импульсов и время горения разряда подбирались экспериментально таким образом, чтобы минимизировать влияние помех, связанных с проявлением гармоник кратных частоте 50 Гц.

В данной работе мы не учитывали схмотехническую причину возможного появления переходных процессов на временных зависимостях концентрации атомов (молекул) хлора. Малую вероятность именно схмотехнической причины, связанной с возможным влиянием индуктивных и (или) емкостных элементов электрической цепи определяли те факторы, что при проектировании электрической схемы питания разряда и формирования импульсов тока специально удалялись из схемы практически все узлы, имеющие реактивные элементы. Так факт использования блока питания на основе источника тока (вместо традиционной схемы двухполупериодного выпрямителя с пассивными сглаживающими фильтрами) и источников опорного напряжения (вместо полосовых фильтров) в цепях лампы ГМИ-10, позволил утверждать, что вся реактивность электрической схемы нашей установки будет сосредоточена в самом реакторе. То есть, емкостные и индукционные составляющие на периодически наблюдаемых участках спектральных кинетических зависимостей (рис. 2) связаны с характером генерации активных частиц в НЧР.

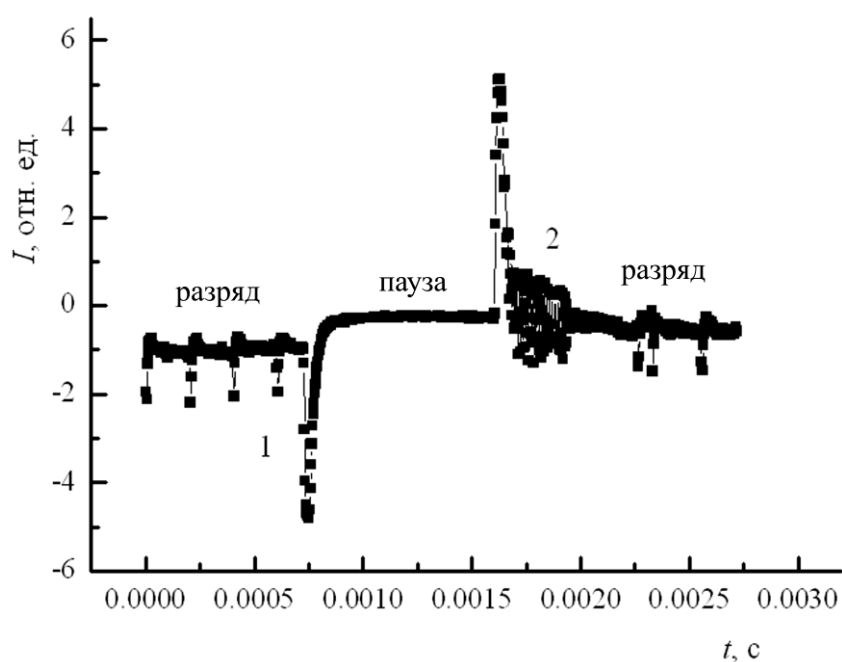


Рис. 2. Иллюстрация переходных процессов при включении – емкостная составляющая (1) и выключении разряда – индуктивная составляющая (2)

Тем не менее, нельзя исключать и вероятность появления на зависимостях, подобных рис. 2 характерных выбросов, связанных с изменением концентраций заряженных частиц в плазме хлора (в первую очередь ионов). Так при значительной разнице подвижностей заряженных частиц плазмы (электронов и ионов) разрядный промежуток должен сам проявлять свойства реактивного элемента. При этом временная осциллограмма (рис. 2), также должна иметь две фазы: емкостную (1) и индуктивную (2), которые определяются характером движения заряженных частиц в

плазме. Однозначно утверждать в пользу конкретного механизма появления переходных процессов нельзя. Скорее всего, вид экспериментальных зависимостей объясняется обоими вышеуказанными факторами.

В разряде через некоторое время после его зажигания происходит установление некоторых стационарных концентраций нейтральных и заряженных частиц, определяемых балансом скоростей их образования и гибели (рекомбинации). В импульсном разряде необходимо учитывать различное влияние на баланс частиц как активной части импульса, так и паузы между ними, причем в зависимости от длительности импульса и частоты следования возможно установление квазиравновесных концентраций, отличающихся друг от друга. Подобные явления не однократно описывались в литературных источниках. Если это так, то данные явления можно использовать как инструмент управления характером более эффективного расходования компонент плазмообразующего газа с целью проведения целевых процессов, таких как травление материалов и модификация свойств их поверхностных. Последнее же может быть применено в самых разнообразных областях, как в точном машиностроении, так и в сферах специального использования. Так, например, плазменная модификация тканых материалов может влиять на их гидрофильные и гидрофобные свойства.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

Таким образом, анализ экспериментальных данных позволяет заключить, что основной причиной появления переходных процессов на фронтах переключения сигнала является избыточная концентрация электронов и ионов, генерируемых в короткие промежутки времени включения/выключения разряда. Последнее определяет нестационарный реактивный характер разрядного промежутка, который можно характеризовать динамически изменяющейся концентрацией атомарной составляющей в разряде. Косвенным подтверждением сказанного является наличие индуктивной и емкостной составляющих на спектральных кинетических зависимостях рекомбинации атомов и, соответственно, образования молекул хлора в разряде. Результаты, полученные в рамках данной работы, хоть и носят оценочный характер, но могут оказаться полезными при разработке альтернативных подходов при конструировании прецизионных химических реакторов и разработке новых технологических процессов. Дальнейший детальный анализ характера поведения всех частиц в НЧР позволит либо подтвердить и уточнить детали предлагаемой гипотезы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Luc Stafford, Joydeep Guha, Rohit Khare, Stefano Mattei, Olivier Boudreault, Boris Clain, Vincent M. Donnelly. Experimental and modeling study of O and Cl atoms surface recombination reactions in O₂ and Cl₂ plasmas. *Pure Appl. Chem.* 2010, V. 82, No. 6. P. 1301–1315. DOI:10.1351/PAC-CON-09-11-02.
2. Sitanov D.V., Efremov A.M., Svetsov V.I. Dissociation of chlorine molecules in a glow discharge plasma in mixtures with argon, oxygen, and nitrogen. *High Energy Chemistry.* 1998. V. 32.No 2. P. 123-126.
3. Sitanov D.V. The role of chemical processes in the technological treatment of gallium arsenide under conditions of low-temperature non-equilibrium plasma reduced pressure in chlorine. *From Chemistry Towards Technology Step-By-Step.* 2021. V. 2. No 4. P. 85-92. DOI: 10.52957/27821900_2021_04_85.

4. Brok W.J.M., van Dijk J., Bowden M.D., van der Mullen J.J.A.M., Kroesen G.M.W. A model study of propagation of the first ionization wave during breakdown in a straight tube containing argon. *J. Phys. D: Appl. Phys.* 2003 V. 36. P. 1967.

УДК: 614.841

М. Е. Сосина, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ТКАНЕЙ НА СПОСОБНОСТЬ К ВОЗГОРАНИЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Аннотация: одна из причин пожаров в жилых помещениях - это неосторожное обращение с огнем при курении. Тлеющая сигарета, оставленная в постели или на обитой тканью мебели, может привести к началу их тления, с последующим переходом к пламенному горению. В данной статье представлены экспериментальные данные по оценке воспламеняемости современных текстильных материалов декоративного назначения при воздействии тлеющих табачных изделий.

Ключевые слова: текстильные материалы, тлеющие табачные изделия, пожарно-техническая экспертиза.

М. Е. Sosina, O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

STUDY OF DECORATIVE FABRICS FOR THE ABILITY TO FIRE WHEN EXPOSED TO LOW-POWER IGNITION SOURCES

Annotation: one of the causes of fires in residential premises is the careless handling of fire when smoking. A smoldering cigarette left in bed or on upholstered furniture can cause them to begin to smolder, followed by a fiery combustion. This article presents experimental data on the assessment of the flammability of modern textile materials for decorative purposes when exposed to smoldering tobacco products.

Keywords: textile materials, smoldering tobacco products, fire-technical expertise.

При осмотре места пожара возникает необходимость в фиксации характера и глубины выгорания массивов материалов и изделий из волокон и тканей, необходимых при определении направленности теплового воздействия и развития горения, а также для выявления непосредственно очага пожара.

Матрацам, постельным принадлежностям и мягким элементам мебели свойственно поверхностное обгорание, выгорание на глубину, полное выгорание отдельных участков и изделия в целом. При попадании тлеющего табачного изделия (ТТИ) на поверхность дивана, ватное одеяло и другие изделия, материалы которых склонны к самоподдерживающемуся тлеющему горению, возникает тление материала, продолжающееся часами и лишь затем переходящее (или не переходящее) в пламенное горение.

Тлеющие сигареты относятся к маломощным источникам зажигания, пожарная опасность которых определяется температурой и временем тления. Температура тления ТТИ и их тлеющая способность определяются теплофизическими свойствами табака и бумаги, из которых они изготавливаются, а также интенсивностью диффузии окислителя к зоне тления [1].

В качестве объектов исследования были выбраны образцы текстильных материалов (производства КНР) состоящие из синтетических волокон, широко используемые при изготовлении мягких элементов мебели.

Испытания на воспламеняемость проводили в соответствии с ГОСТ Р 53294-2009, устанавливающим методы определения воспламеняемости от малокалорийных источников зажигания изделий (постельных принадлежностей, элементов мягкой мебели, штор и занавесей) проводили в два этапа [2].

На первом этапе при проведении испытания (тяга при этом отсутствовала) с ТТИ на поверхности исследуемых материалов образовались четко выраженные локальные зоны выгорания, с хорошо очерченной границей между обгоревшей и необгоревшей частями макета и достаточно глубоким обугливанием в пределах этих зон (рис. 1-3). Время тления сигареты во всех трех экспериментах в среднем составило около 500 сек.

Для образца ткани «Энигма» (100 % полиэстер) тление материала полностью прекращалось к моменту окончания тления ТТИ. После удаления сгоревшего табачного изделия выявлено, что ткань расплавилась и затвердела (рис. 1), это характерно для полиэстеровых волокон. Прогар ткани в длину составил 52 мм, что соответствует длине ТТИ до фильтра.

Для ткани «Флок-софт» (65 % полиэстера, 35 % хлопка) также наблюдалось полное прекращение тления материала к окончанию тления табачного изделия (рис. 2). При осмотре образца после удаления ТТИ выявлено, что ткань под ним расплавилась, расплав затвердел и стал стекловидным, это характерно для тканей, содержащих полиэстер в составе. Прогар в длину составил 50 мм.



Рис. 1. Образец ткани «Энигма» после удаления ТТИ



Рис. 2. Образец ткани «Флок-софт» после удаления ТТИ

Ткань «Форест» (65% полиэстера, 18% акрила, 17% нейлона) в испытании с ТТИ также не поддерживала тления при воздействии табачного изделия (рис. 3). При осмотре образца после удаления ТТИ выявлено, что ткань стала рыхлой и обуглилась, это характерно для материала, который содержит в составе акрил. Прогар в длину составил 55 мм.



Рис. 3. Образец ткани «Форест» после удаления ТТИ

Обивка верхней части («спинки») импровизированного дивана для всех трех исследуемых образцов так же расплавилась и затвердела, на тканях видны следы закопчения, направленные вверх. Поролоновая подложка прогорела на такую же длину и ширину, глубина прогара составила 2 мм (рис. 1-3) [3].

Приток воздуха в зону тления ТТИ приводит к повышению температуры тления в месте соприкосновения источника с горючим материалом. При этом приток воздуха должен быть достаточным для тления, а не избыточным, приводящим к потере тепла и охлаждению зоны.

На втором этапе исследования испытания на воспламеняемость обивочных тканей проводили в присутствии принудительной тяги вентилятором (см. таблицу). ТТИ располагали тлеющим концом навстречу потоку воздуха. Скорость движения воздуха замеряли с помощью анемометра портативного акустического АПА-1/3, предназначенного для измерений скорости воздуха во многих отраслях, сферах, в том числе для обеспечения безопасных условий работы и охраны труда.

Таблица. Результаты эксперимента

№ п/п	Наименование ткани	Время тления ТТИ, сек	Скорость движения воздуха, м/с
1	Флок-софт	201	2,12
2	Энигма	265	
3	Форест	188	

По результатам проведенных испытаний выявлено, что образцы тканей «Энигма», «Флок-софт» и «Форест» не поддерживали самостоятельного тления и не распространяли горение по поверхности, так как относятся к термопластичным материалам (не способным плавиться при нагревании), значит они не загорятся от воздействия ТТИ.

Для тления любых материалов характерны локальные зоны глубоких термических поражений, вплоть до сквозных прогаров, а выявление и фиксация таких зон позволяет получить ценную информацию о характере протекавшего в исследуемой зоне процесса при проведении экспертами (специалистами) судебной пожарно-технической экспертизы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таубкин И. С., Рудакова Т. А., Сухов А. В. К вопросу о пожарной опасности сигарет и папирос // Теория и практика судебной экспертизы. Научно-практический журнал. РФЦСЭ. М.: 2009, № 1 (13). С. 55–60.
2. ГОСТ Р 53294-2009 «Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкие элементы мебели. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость».
3. Сторонкина О.Е. Оценка воспламеняемости современных текстильных материалов декоративного назначения / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 3(44). – С. 67-71. – EDN BUPEJF.

УДК: 614.841

О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КОПОТЬ КАК ОБЪЕКТ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ ПОЖАРОВ НА АВТОТРАНСПОРТЕ

Аннотация: транспорт выступает в качестве довольно специфического и сложного объекта исследования с точки зрения изучения и определения причины возгорания. С необходимостью расследования пожаров на автотранспорте дознаватели сталкиваются все чаще. В статье приводятся результаты исследования, посвященного обнаружению следов бензина в отложениях копоти (сажи) на сохранившихся конструктивных элементах автомобиля методом флуоресцентной спектроскопии.

Ключевые слова: копоть, флуоресцентная спектроскопия, автотранспортные средства, пожарно-техническая экспертиза, бензин.

О. Е. Storonkina, T. A. Mochalova

SOOT AS AN OBJECT OF SPECTRAL STUDIES WHEN ESTABLISHING THE CIRCUMSTANCES OF FIRE ON VEHICLES

Abstract: transport acts as a rather specific and complex object of study in terms of studying and determining the cause of a fire. Investigators are faced with the need to investigate fires on vehicles more and more often. The article presents the results of a study on the detection of traces of gasoline in soot (soot) deposits on the preserved structural elements of a car using the fluorescence spectroscopy method.

Keywords: soot, fluorescence spectroscopy, motor vehicles, fire-technical expertise, gasoline.

При расследовании дел, связанных с пожарами автотранспортных средств, в качестве объектов исследования выступают различные виды топлив и технических жидкостей для автомобилей, являющиеся горючими и легковоспламеняющимися

жидкостями (далее ГЖ, ЛВЖ). При проведении судебной пожарно-технической экспертизы важно установить, является ли ЛВЖ (ГЖ), найденная на корпусе автомобиля, в салоне, на одежде подозреваемого или в почве рядом с объектом, частью самого транспортного средства или она занесена извне. Но в случаях, когда объекты исследования каким-либо образом повреждены или удалены с места пожара, актуальным становится выявление и диагностика следов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в отложениях копоти на сохранившихся конструктивных элементах автомобиля [1, 2].

Цель работы заключалась в выявлении и диагностики следов АИ-95-К5 в отложениях копоти, образующихся на конструкциях кузова автомобиля для установления причины пожара на автотранспорте.

В настоящее время наиболее эффективным методом обнаружения сильно выгоревших остатков горючих и легковоспламеняющихся жидкостей является метод флуоресцентной спектроскопии, основанный на способности флуоресцировать под действием ультрафиолетовых лучей моноциклических и полициклических ароматических углеводородов, присутствующих в нефтепродуктах и смесевых растворителях не нефтяной природы [3, 4].

Для получения проб копоти использовались: бензин автомобильный с улучшенными эксплуатационными и экологическими характеристиками «G-Drive 95» (АИ-95-К5) по СТО 42045241-001-2010; ворсистый ковролин из полиамидного волокна; материал сиденья автомобиля «Карпет»; изоляционный материал «Изолон».

Каждый образец, в чистом виде и с нанесенным на поверхность бензином, сжигался на лабораторной установке, представляющей собой лабораторный штатив с закрепленной металлической пластиной, под которой размещался обжигаемый образец. Сформировавшийся на металлической пластине в результате обжига материала слой копоти отбирался с использованием шпателя. Полученные образцы копоти подвергались экстракции в органическом растворителе с целью выделения остатков бензина. В работе использовался гексан нормализованный (1 н-гексан ОСЧ), он не флуоресцирует и поэтому может использоваться при проведении исследований методом флуоресцентной спектроскопии с помощью спектрофлуориметра «Флюорат-02-Панорама» (Люмекс, Россия) [2].

В ходе исследования были получены спектры флуоресценции экстрактов копоти от выгоревших ворсового коврика; материала сиденья автомобиля; изоляционного материала, а также данных материалов, сожженных совместно с бензином АИ-95-К5. При обработке полученных результатов использовалось программное обеспечение «PANORAMA PRO».

Эффективность метода, используемого для выявления следовых количеств моторных топлив при исследовании экстрактов копоти выгоревших отделочных материалов автомобиля повышена за счет увеличения концентрации исследуемых экстрактов копоти при снятии спектров флуоресценции в сравнении с рекомендуемыми [1, 4]. В ходе экспериментов оказалось, что в спектрах флуоресценции не происходит так называемое гашение люминесценции, поэтому полученные зависимости интенсивности флуоресценции от длины волны являются достоверными.

Спектры флуоресценции исследованных объектов представлены на рисунках 1 – 3. Экстрактивные вещества синтетической ткани сиденья имеют четко выраженные максимумы одинаковой интенсивности при 350, 370 и 400 нм (рисунок 1, образец 1). В спектрах экстрактов синтетической ткани сиденья с сожженным АИ-95-К5

доминируют максимумы, характерные для нефтепродукта (рисунок 1, образец 2), а именно, имеется интенсивный максимум при 370-380 нм и два дополнительных максимума при 405 и 435 нм. Максимум при 435 нм в образцах с бензинами, как правило, более интенсивный, чем в исходных топливах. Вероятно, это связано с накоплением продуктов термоокисления топлив.

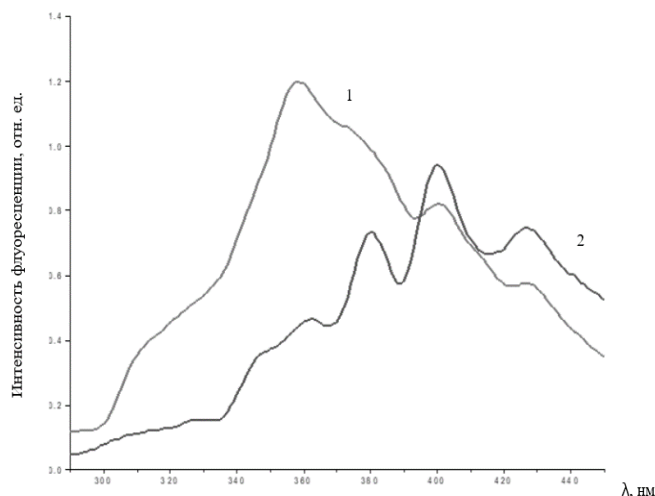


Рис. 1. Спектры флуоресценции: 1 - материал автосиденья; 2 - бензин марки АИ-95-К5, сожженный на поверхности автосиденья

Спектры возбуждения флуоресценции экстрактов других полимерных материалов имеют сложный характер. Во многих случаях спектры имеют вид схожий со спектрами АИ-95-К5 (рисунки 2, 3).

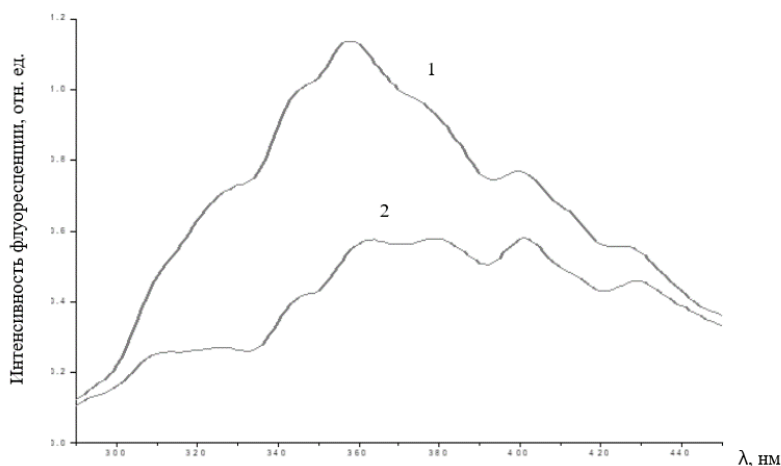


Рис. 2. Спектры флуоресценции: 1 – ковролин; 2 - бензин марки АИ-95-К5, сожженный на поверхности ковровина

Спектры экстрактов исходного ковровина и образцов, с выжженным бензином повторяют тип флуоресценции бензина марки АИ-95-К5 (рисунок 2, образец 1). Дополнительные максимумы флуоресценции при 405 и 435 нм выражены в этих спектрах более ярче, чем в образцах чистого ковровина. Но все же эти спектры подобны спектрам исходного ковровина, из чего следует, что диагностика исследуемого бензина на ковровине по данным флуоресцентной спектроскопии затруднена (рисунок 2, образец 2).

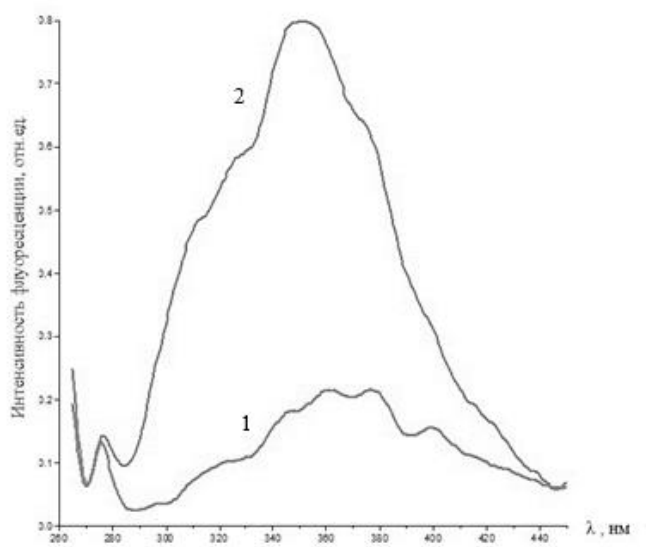


Рис. 3. Спектры флуоресценции: 1 – изоляционный материал «Изолон»; 2 – бензин марки АИ-95-К5, сожженный на поверхности изоляционного материала «Изолон»

Спектр экстракта образца ПВХ (материал «Изолон») практически идентичен спектру моторного бензина с основным максимумом при 380 нм и двумя дополнительными максимумами при 405 и 415 нм (рисунок 3, образец 1).

Анализ спектров флуоресценции экстрактов образцов полимерных материалов с нанесенными на них горючими жидкостями показывает, что не во всех образцах фиксируется наличие АИ-95-К5. На образцах ПВХ (материал «Изолон») спектры исследуемого бензина почти не проявляются (рисунок 3, образец 2).

По результатам проведенного методом флуоресцентной спектроскопии исследования можно констатировать, что в исследованных образцах обнаружены продукты, свойственные для бензина АИ-95-К5. К сожалению, часть спектров (при сжигании ковровина и изоляционного материала) имеют близкие области максимумов и различаются только по интенсивности, что ограничивает идентификацию частично выгоревшего бензина. И для установления конкретной ЛВЖ (ГЖ) потребуются проведение дополнительных анализов, например, методов газовой хроматографии или инфракрасной спектроскопии.

И, несмотря на то, что на пожаре автотранспортного средства происходят процессы горения всей горючей нагрузки автомобиля и отбираемые для исследования образцы могут быть загрязнены другими продуктами горения, полученные нами экспериментальные данные экстрактов копоти могут быть использованы при исследовании возгораний, произошедших на локальных участках автомобиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сторонкина О.Е.* Возможности спектральных исследований копоти при выявлении причин возгорания автотранспортных средств / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова, А.А. Кочетова – Текст: электронный // Современные проблемы гражданской защиты. – 2021. – № 4(41). – С. 126-131. – EDN OTRSCG.
2. *Таратанов Н.А.* Исследование копоти при горении нефтепродуктов методом флуоресцентной спектроскопии в целях судебной пожарно-технической

экспертизы / Н.А. Таратанов, О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова – Текст: электронный // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 4(37). – С. 154-159. – EDN GFKPBR.

3. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров: сб. метод. рекоменд. / под ред. И.Д. Чешко, А.Н. Соколовой. СПб.: СПб филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2008. – 279 с. – Текст: непосредственный.

4. Чешко И.Д. Обнаружение и установление состава легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при поджогах: метод. пособие / И.Д. Чешко, М.Ю. Принцева, Л.А. Яценко. – Москва: ВНИИПО, 2010. – 90 с. – Текст: непосредственный.

УДК 666.972.16:66.018.8

К. Б. Строкин¹, А. А. Гальцев¹, В. С. Коновалова², Е. С. Промзелева²

¹Сахалинский государственный университет

²Ивановский государственный политехнический университет

ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОТЕКАНИЯ МАСООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОРРОЗИИ ГИДРОФОБИЗИРОВАННЫХ БЕТОНОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГРИБКОВЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Аннотация: для снижения скорости коррозии бетона в его состав вводятся специальные добавки, придающие материалу гидрофобные свойства. В качестве гидрофобизирующей добавки выбран стеарат кальция в количестве 0,5 % от массы цемента. Под воздействием на цементный камень бетона грибковых микроорганизмов происходит ускорение вывода гидроксида кальция из структуры. Объемная гидрофобизация цементного камня замедляет процессы коррозионного массопереноса и может применяться для борьбы с микробиологической коррозией.

Ключевые слова: биокоррозия бетона, гидрофобизированный бетон, гидрофобизирующая добавка, долговечность бетона, биодеструкция, скорость коррозии.

K. B. Strokin, A. A. Galtsev, V. S. Konovalova, E. S. Promzeleva

THE INTENSITY OF MASS TRANSFER PROCESSES DURING CORROSION OF HYDROPHOBIZED CONCRETE UNDER THE INFLUENCE OF FUNGAL MICROORGANISMS

Abstract: to reduce the corrosion rate of concrete, special additives are introduced into its composition, giving the material hydrophobic properties. Calcium stearate in an amount of 0,5 % of the cement weight was selected as a hydrophobic additive. Under the influence of fungal microorganisms on concrete cement stone, the removal of calcium hydroxide from the structure accelerates. Volumetric hydrophobization of cement stone slows down the processes of corrosive mass transfer and can be used to combat microbiological corrosion.

Keywords: biocorrosion of concrete, hydrophobized concrete, hydrophobizing additive, durability of concrete, biodestruction, corrosion rate.

Строительные материалы на основе соединений карбонатного типа уязвимы для аэробных кислотообразующих микроорганизмов [1, 2]. Методы и средства для борьбы с микробиологической коррозией материалов включают как дополнительные защитные покрытия [3, 4], которые более устойчивы, чем защищаемый материал, так и введение в материал биоцидов [5, 6], которые подавляют развитие коррозионно-активных микроорганизмов, или добавок, замедляющих коррозионные процессы [7].

Интенсивность протекания коррозионных процессов в бетонах со специальными гидрофобизирующими добавками требует изучения для установления параметров, позволяющих прогнозировать долговечность и устанавливать срок службы бетонных изделий.

Исследование коррозионной стойкости проводилось на образцах, изготовленных из портландцемента марки ЦЕМ I 42,5 Н с В/Ц = 0,3. Для гидрофобизации в цементную смесь добавляли стеарат кальция в количестве 0,5 %, что соответствует марки по водонепроницаемости W6. Изготавливаемые образцы цементного камня имели форму кубов 3х3х3 см. Исследуемая система составлялась из плотно подогнанных друг к другу пластин размером 1х3х3 см. Испытания проводились после набора образцами прочности в течение 28 суток на воздухе с относительной влажностью 65-70 % при температуре 20±2 °С. Боковые поверхности образцов покрывались битумной мастикой, незащищенной оставалась только одна грань, которая подвергалась коррозионному воздействию.

Поверхность цементного камня заражали суспензиями микроорганизмов *Aspergillus niger* van Tieghem для изучения грибковой коррозии. Образцы помещались в сосуды объемом 1000 см³ с дистиллированной водой. Определение содержания кальция в цементном камне проводилось по дериватограммам, полученным при анализе измельченных образцов на дериватографе Q 1500-D.

По полученным в результате дифференциально-термического анализа численным значениям были построены профили концентраций «свободного» гидроксида кальция по толщине цементного камня для образцов, подвергавшихся воздействию водной среды (рис. 1) и грибковых микроорганизмов (рис. 2).

Очевидно, что интенсивность потока массы в цементном бетоне в результате воздействия микроорганизмов выше (рис. 1-а и рис. 2-а), следовательно, коррозионные процессы будут сильнее. По профилям концентраций гидрофобизированных образцов цементного камня видно, что изменение концентрации является незначительным и происходит не по всей толщине образца, что свидетельствует о низкой скорости протекания массообменных процессов в структуре цементного камня.

Полученные профили позволяют определять градиенты концентраций и рассчитывать характеристики массопереноса: плотность потока переносимого Ca(OH)₂, коэффициенты массопроводности и массоотдачи.

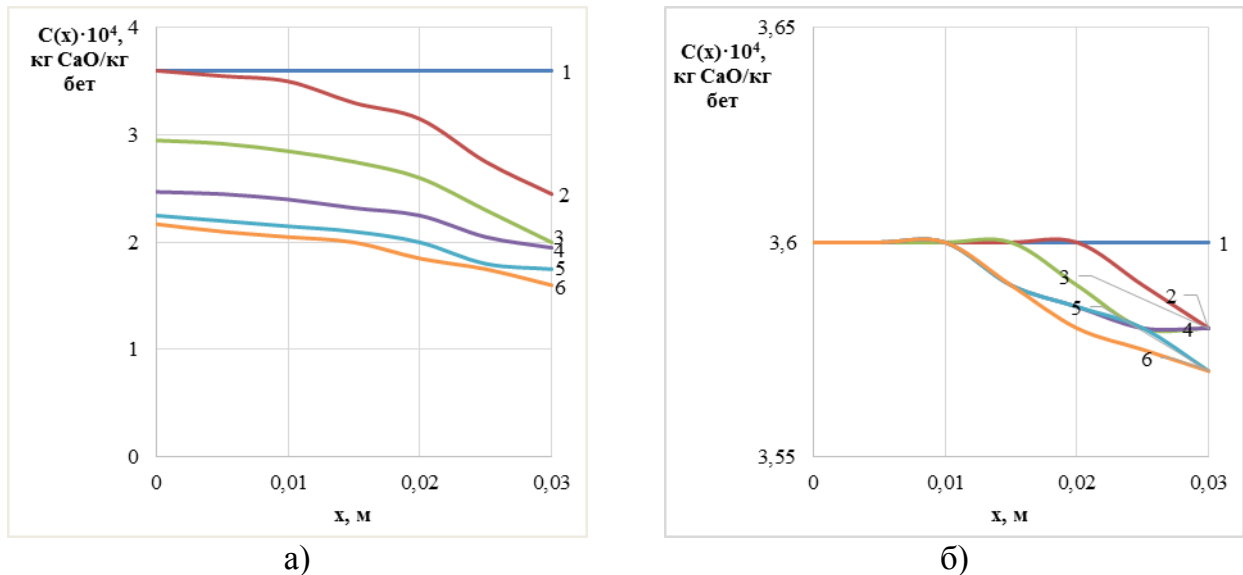


Рис. 1. Профили концентраций $\text{Ca}(\text{OH})_2$ по толщине незараженного микроорганизмами образца цементного камня без добавки (а) и с добавкой стеарата кальция (б) в разные моменты времени: 1 – 0 сут.; 2 – 14 сут.; 3 – 28 сут.; 4 – 42 сут.; 5 – 56 сут.; 6 – 70 сут.

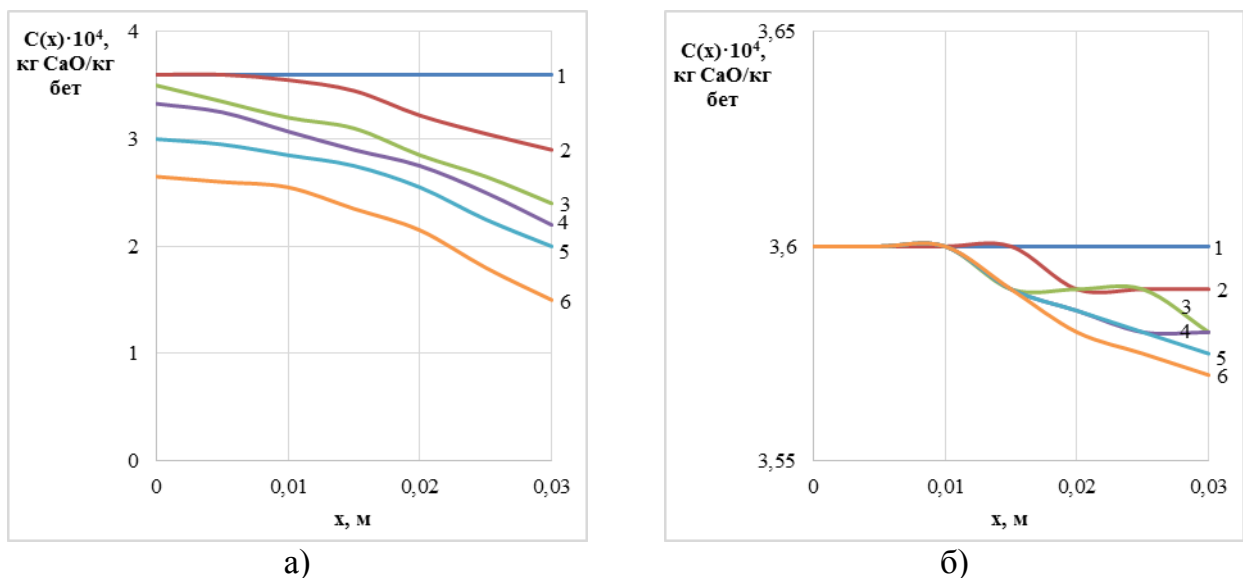


Рис. 2. Профили концентраций $\text{Ca}(\text{OH})_2$ по толщине зараженного грибковыми микроорганизмами *Aspergillus niger* van Tieghem образца цементного камня без добавки (а) и с добавкой стеарата кальция (б) в разные моменты времени: 1 – 0 сут.; 2 – 14 сут.; 3 – 28 сут.; 4 – 42 сут.; 5 – 56 сут.; 6 – 70 сут.

Расчет плотности потока массы переносимого компонента q из цементного камня в жидкую среду проводится по выражению:

$$q = \frac{\Delta C_{\text{ж}}}{S \cdot \tau}, \quad (1)$$

где: $\Delta C_{\text{ж}}$ – масса вещества, перешедшего в жидкую среду из цементного камня, кг; S – площадь корродируемой поверхности бетона, м^2 ; τ – время процесса, с.

Коэффициент массопроводности k рассчитывает по формуле:

$$k = \frac{q}{\rho_0 \frac{dC}{dx}}, \quad (2)$$

где: q – плотность потока массы вследствие химических реакций, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; ρ_0 – плотность твердой фазы, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\frac{dC}{dx}$ – градиент концентраций переносимого компонента по толщине образца, $\text{кг}/\text{м}$.

Коэффициент массоотдачи β определяется по формуле:

$$\beta = \frac{q}{\Delta C}. \quad (3)$$

где: q – диффузионный поток, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; ΔC – разность концентраций, $\text{кг}/\text{м}^3$.

При коррозии цементного камня бетона в воде коэффициент массопроводности изменяется по линейному закону, а при воздействии микроорганизмов – по экспоненциальному (рис. 3). Очевидно, что вырабатываемые грибами *Aspergillus niger* van Tieghem продукты жизнедеятельности вызывают деструктивные процессы в цементном камне бетона, усиливая вымывание гидроксида кальция из структуры.

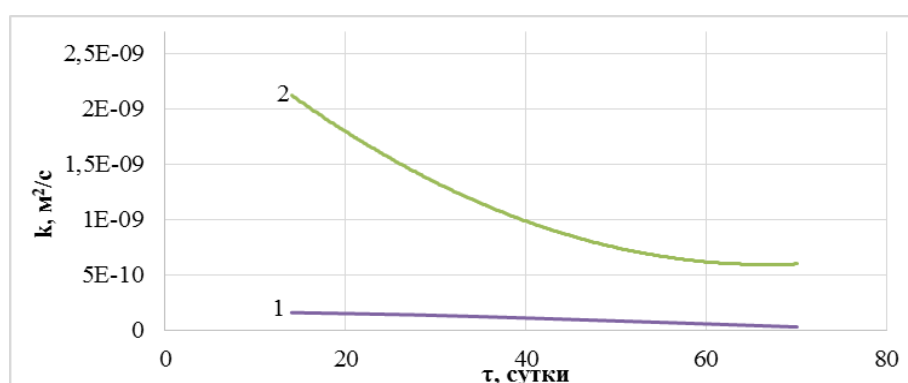


Рис. 3. Изменение значений коэффициента массопроводности при коррозии образцов цементного камня без добавок в воде: 1) не зараженного; 2) зараженного грибами

Коэффициент массоотдачи при коррозии цементного камня в условиях воздействия грибковых микроорганизмов также меняется интенсивнее (рис. 4).

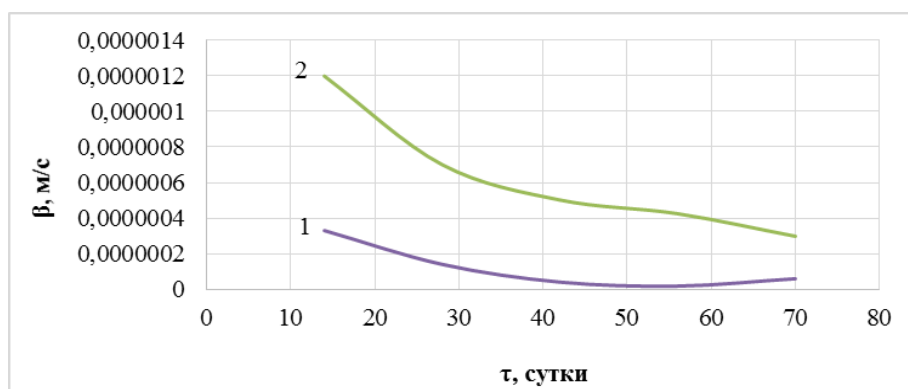


Рис. 4. Изменение значений коэффициента массоотдачи при коррозии образцов цементного камня без добавок в воде: 1) не зараженного; 2) зараженного грибами

Кривые изменения значений коэффициентов массопроводности и массоотдачи для гидрофобизированных бетонов (рис. 5 и рис. 6) имеют более пологий вид, а сами коэффициенты имеют меньшие значения, что свидетельствует о значительном снижении интенсивности протекающих коррозионных процессов в результате объемной гидрофобизации.

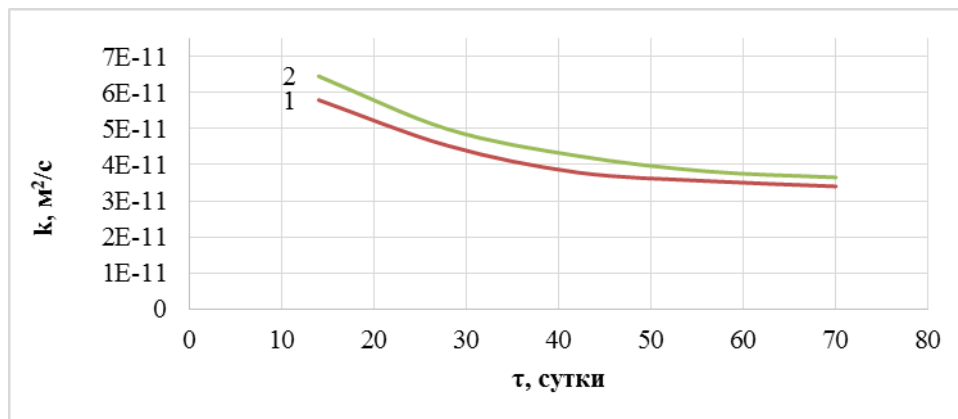


Рис. 5. Изменение значений коэффициента массопроводности при коррозии гидрофобизированных образцов цементного камня: 1) не зараженного; 2) зараженного грибками

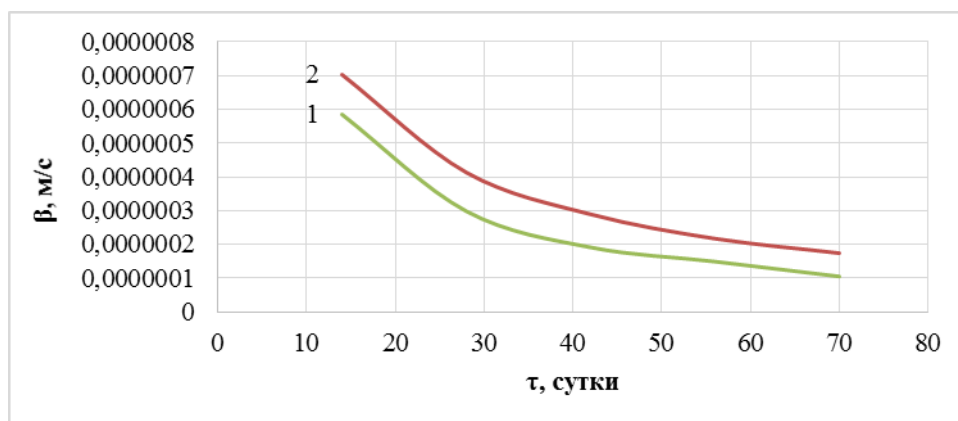


Рис. 6. Изменение значений коэффициента массоотдачи при коррозии гидрофобизированных образцов цементного камня: 1) не зараженного; 2) зараженного грибками

Очевидно, что введение гидрофобизирующей добавки в цементную смесь на стадии изготовления бетона приводит к повышению долговечности и срока службы изделия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чижик К.И., Семенов К.В., Белоокая Н.В. Микробиологическая коррозия бетона в системах водоотведения. Стадии развития // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 12 (95). С. 140-144.
2. Dubey R.S., Yaman Shandilya. Microbiologically influenced corrosion of concrete: a review // International Journal of Current Research. 2019. Vol. 11. Issue 6. Pp. 4282-4287.

3. *Chaudhari B., Panda B., Šavija B., Chandra Paul S.* Microbiologically Induced Concrete Corrosion: A Concise Review of Assessment Methods, Effects, and Corrosion-Resistant Coating Materials // *Materials*. 2022. Vol. 15. Issue 12. P. 4279.
4. *Kong L., Fang J., Zhou X., Han M., Lu H.* Assessment of coatings for protection of cement paste against microbial induced deterioration through image analysis // *Construction and Building Materials*. 2018. Vol. 191. Pp. 342-353.
5. *Bykov A.G., Polivtseva V.N., Abashina T.N., Vainshtein M.B.* Inhibition of microbiological corrosion of concrete by nickel sulfide // *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 2015. Vol. 51. Pp. 1194-1197.
6. *Кривушина А.А., Горяшник Ю.С.* Способы защиты материалов и изделий от микробиологического поражения (обзор) // *Авиационные материалы и технологии*. 2017. № 2 (47). С. 80-86.
7. *Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Коновалова В.С., Караваяев И.В.* Определение ресурса безопасной эксплуатации конструкций из бетона, содержащего гидрофобизирующие добавки // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2017. № 6 (372). С. 268-276.

УДК 538.9

А. Е. Тихонов, И. Ю. Новоселов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НАНОПОРОШКОВ ОКСИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ВОДНЫХ НИТРАТНЫХ РАСТВОРОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ ОРГАНИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА

Аннотация: в статье рассматривается процесс плазмохимического синтеза оксидных порошков редкоземельных элементов, которые можно отнести к классу наноразмерных. Дано обоснование добавления органического компонента, а также показаны оптимальные режимы ведения процесса плазмохимического синтеза.

Ключевые слова: плазма, нанопорошок, оксид, синтез, редкоземельный элемент, водный раствор нитратов.

A. E. Tikhonov, I. Yu. Novoselov

PLASMACHEMICAL SYNTHESIS OF NANOPOWDERS OF RARE-EARTH ELEMENT OXIDES FROM NITRIC ACID SOLUTIONS WITH ORGANIC COMPONENT

Abstract: article represents plasmachemical synthesis of rare-earth element oxides, which are classified as nanosized. Addition of organic component is explained and optimal modes for carrying out the process are described.

Keywords: plasma, nanopowder, oxide, synthesis, rare-earth element, water nitric solution.

Одним из ключевых направлений в современном материаловедении являются технологии на основе нанопорошков. Оксидные порошки редкоземельных элементов, таких как иттрий, цирконий, лантан и самарий, так же имеют огромное значение для промышленности и науки. Например, нанопорошки Y_2O_3 и ZrO_2 широко используются в различных отраслях промышленности, от производства высокотемпературной керамики до изготовления термостойких эмалей и цветных пигментов.

Наиболее распространенными и адаптируемыми методами получения оксидных наночастиц являются лазерная абляция, химические, гидротермальные и золь-гель методы. Основными недостатками этих методик является то, что они многостадийны и достаточно трудоемки, часто имеют низкую производительность, требуют использования большого количества реагентов, а фазовое распределение получаемых порошков неоднородно, что приводит к высокой стоимости продукции. В то же время плазмохимический синтез из водных растворов нитратов (ВНР) является перспективным методом получения оксидных нанопорошков. Используя плазменный метод, можно получать порошки с равномерным распределением фаз за один этап и с высокой скоростью. Этот метод позволяет влиять на размер и морфологию частиц, а технологическое оборудование очень компактно (рис. 1). Однако из-за энергозатрат (до 4,0 кВт·ч/кг) [1] плазменная обработка только ВНР менее распространена, а введение органического компонента в состав ВНР позволяет значительно снизить энергозатраты при одновременном повышении производительности.

На первом этапе работы был проведен расчет оптимального состава водных органических растворов (ВОНР) на основе ацетона и иттрия. Для этого были получены значения низшей теплотворной способности для различных массовых долей ацетона в ВОНР: учитывая, что составы выше 8,4 МДж/кг [2] считаются жидковоспламеняющимися составами, оптимальным считался следующий состав ВОНР: 31 % масс. C_3H_6O : 35 % масс. H_2O : 34 % масс. $Y(NO_3)_3$.

Также было исследовано влияние массовой доли воздушно-плазменного теплоносителя на температуру адиабатического горения ВОНР для определения оптимального режима исследуемого процесса. Считается, что полное сгорание раствора наблюдается в составах с температурой адиабатического горения выше 1200 °С [1]. Эта температура важна для устранения образования углерода в конденсированной фазе и повышения чистоты порошка. Оптимальным оказалось соотношение 69 % масс. воздуха : 31 % масс. ВОНР.

Эксперименты проводились с использованием высокочастотной факельной плазменной горелки; было установлено, что порошок, полученный плазмохимическим синтезом из ВОНР, по многим параметрам (размер ОКР, удельная площадь поверхности) сопоставим с порошком, синтезированным из ВНР. В то же время включение органических компонентов в раствор ВНР повышает производительность порошка в 2,5–4 раза и снижает энергию, необходимую для получения 1 кг порошка, в 5–8 раз.

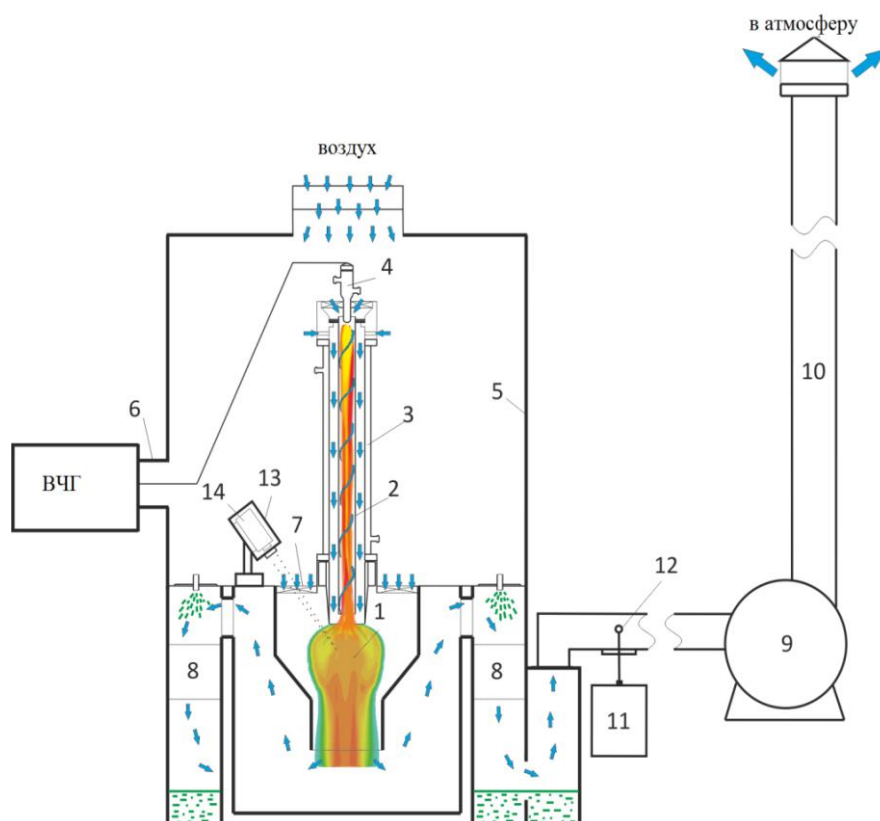


Рис. 1. Схема плазменного модуля на базе высокочастотного факельного (ВЧФ) плазмотрона: 1 – диспергатор; 2 – ВЧФ-разряд; 3 – ВЧФ-плазмотрон; 4 – медный электрод; 5 – корпус; 6 – коаксиальный вывод; 7 – импеллер реактора; 8 – узел мокрой очистки отходящих газов; 9 – вытяжной вентилятор; 10 – воздуховод; 11 – газоанализатор; 12 – пробоотборник; 13 – защитный кожух пирометра; 14 – пирометр; ВЧГ – высокочастотный генератор

Учитывая полученные результаты, плазмохимический синтез оксида иттрия из ВОНР является энергоэффективным методом для получения нанопорошков оксидов других редкоземельных металлов в промышленных масштабах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новоселов И.Ю., Подгорная (Шахматова) О.Д., Шлотгауэр Е.Э., Каренгин А.Г., Кокарев Г.Г. Плазменная утилизация и магнитная сепарация модельных отходов переработки отработавшего ядерного топлива // Известия вузов. Физика. – 2014 – Т. 57 – № 2/2. – С. 26–30.
2. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. – М.: Химия, 1990. – 304 с.

УДК: 614.841.1

Р. В. Халиков, Т. Н. Бобырева

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ДЛЯ ОБЪЕМНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Аннотация: в статье проанализированы пожары, происходящие в замкнутых объемах. Рассмотрены физико-химические характеристики огнетушащих составов, используемых для тушения пожаров в замкнутых объемах, выявлены их преимущества и недостатки с точки зрения теории разветвленно-цепных процессов горения.

Ключевые слова: разветвленно-цепные процессы, горение, объемное пожаротушение.

R. V. Khalikov, T. N. Bobyрева

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF GORENJE HYDROCARBONS FOR VOLUMETRIC FIRE EXTINGUISHING

Abstract: the article analyzes fires occurring in closed volumes . Considers the physico-chemical characteristics of extinguishing compounds used to extinguish fires in closed volumes, identifies their advantages and disadvantages from the point of view of the theory of branched-chain flame processes.

Keywords: branched-chain processes, flame, volumetric fire extinguishing.

Согласно проведенным исследованиям было установлено, что эффективность объемного пожаротушения имеющимися средствами пожар тушения не превышает 57 % [1, 2]. Для выявления причин этого проведем сравнение физико-химических характеристик основных огнетушащих составов, использующихся для объемного пожаротушения (табл.).

Анализ таблицы показал, что наименьшее время тушения имеют составы огнетушащее действие которых основано на охлаждении и ингибировании. Однако, расходы веществ, подвигаемых на тушение при использовании механизма охлаждения на порядок выше. Таким образом, наибольшей эффективностью обладают огнетушащие составы, механизм тушения которых основан химическом торможении процессов горения. Действительно, основу горения составляют процессы, имеющие химическую природу, поэтому наибольшим потенциалом для подавления горения имеют ингибирующие составы. При пожарах в замкнутых объемах газокompрессорных станций происходит горение в газовой фазе, поэтому необходимо рассмотреть процессы ингибирования, происходящие в газовой фазе в свете теории разветвленно-цепных процессов.

Таблица. Сравнение физико-химических характеристик огнетушащих составов

№ п/п	Название огнетушащего вещества	Химический состав	Огнетушащий механизм	Нормативное время тушения / <u>экспериментальные</u> испытания мин
1	Водо-пенные составы	H ₂ O, пенообразователь и ПАВ	изоляция, охлаждение, разбавление	15
2	Газовое пожаротушение	CO ₂ , N ₂ , Ar, HFC и др.	разбавление, ингибирование	12
3	Тонкораспыленная вода	H ₂ O	охлаждение, разбавление	15
4	Тонкораспыленная вода с ингибиторами	H ₂ O, ингибирующие добавки	охлаждение, разбавление, ингибирование	<u>10</u>
5	Температурно- активированная вода	H ₂ O	охлаждение, разбавление, изоляция ингибирование	<u>12</u>
6	Паротушение	H ₂ O	разбавление, изоляция ингибирование	<u>15</u>

Установим влияние разветвленно-цепных процессов горения на объемное пожаротушение газокomppressorных станций. Процессы ингибирования горения могут быть объяснены с точки зрения теории разветвленно-цепных процессов горения, для которых саморазогрев не является определяющим, а значит и механизм тушения охлаждением не являются определяющим [3-6]. Схематично разветвлённо-цепная реакция горения веществ в замкнутом объеме может быть описана протеканием следующих стадий:



где А и В – горючая нагрузка и окислитель; х, у, z – монорадикалы и бирадикал соответственно. Таким образом, в замкнутом объеме при горении сначала (1) происходит образование атомов и радикалов, носителей цепей (далее – НЦ) далее они вступают в быстрые реакции (2-5), таким образом происходит образование лавинообразной цепной реакция горения. Кроме процессов генерации носителей цепей происходят и процессы их гибели, однако их молярная скорость много раз меньше, поэтому для торможения данных процессов вводятся химически

активные вещества – ингибиторы. Механизм их действия основан на захвате НЦ и снижении их концентрации до критической, при которой скорость обрезания НЦ будет меньше скорости их захвата, реакционные способности ингибиторов различны, однако условная скорость ингибирования процесса горения в замкнутом объеме может быть записана уравнением 6:

$$W = \frac{n[(x, y, z)/i] \times [(v_{\text{раз}} - v_{\text{связ}}) - v_{\text{обр}}]}{4 \times h} \times K_1 \times K_2 \quad (6)$$

где $n[x, y, z, i]$ – отношение концентраций монадикалов, бирадикала и ингибитора соответственно; $v_{\text{раз}}$ – скорость разветвления НЦ, моль/с; $v_{\text{связ}}$ – скорость связывания частиц ингибитора и НЦ, моль/с; скорость обрыва цепей НЦ, моль/с; h – высота пламенного, в котором происходит горение, м; K_1 – безразмерный коэффициент учитывающий скорость гибели НЦ в данной среде помещения; K_2 – безразмерный коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения.

Таким образом, анализ данной формулы показывает, что условная скорость ингибирования обратно пропорциональна геометрической высоте помещения и прямо пропорциональна скоростным характеристикам НЦ и частиц ингибитора, это показывает, что для достижения максимальной эффективности применения ингибиторов необходимо доставлять активные частицы в зону пламенного горения, преодолев турбулентные потоки образующихся продуктов горения.

Исследование реакционных цепей горения позволило определить механизмы ингибирования горения в замкнутых объемах газокompрессорных станций существующими средствами пожаротушения, более того на основе формулы 6 можно сделать вывод, что наибольшей способностью к ингибированию горения в данных условиях будет среда, сочетающая в себе высокую теплоемкость, дисперсность и возможность доставлять ингибирующие добавки в зону пламенного горения. Такими характеристиками обладает температурно-активированная вода [5], однако ее ингибирующие свойства ограничены присутствием паровой фазы, поэтому актуальными являются исследования повышающие ее ингибирующие способности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Research on N₂-inhibitor-water mist fire prevention and extinguishing technology and equipment in coal mine goaf / Liu H, Wang F. / PLoS ONE 14(9). – 2019. – 12 p.
2. В.В. Азатян, И.А. Болодьян., В.Ю., Навценья, Ю.Н. Шебеко., А.Ю. Шебеко. Роль реакционных цепей в критических условиях распространения пламени в разгах [Электронный ресурс] // Горение и взрыв. 2012. № 5 Т.5 С. 53-60. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21796931> (дата обращения 01.01.2023)
3. Азатян, Вилен Вагаришович. Цепные реакции в процессах горения, взрыва и детонации газов [Текст] : [монография] / В. В. Азатян ; Российская академия наук, Объединенный институт высоких температур, Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения. - Черноголовка : [б. и.], 2017. - 431, [1] с.: ил., табл., цв. ил.; 21 см.; ISBN 978-5-9908297-2-5 : 200 экз.
4. Бегушев И.Р. Использование метастабильной паро-капельной водной среды для обеспечения пожаровзрывобезопасности объектов с обращением

сжиженных природных газов / И.Р. Бегишев, В.В. Роечко, М.В. Алешков, С.П. Храмцов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2018. – № 3. – С. 51-58. – DOI 10.25257/FE.2018.3.51-58. – EDN VJMWIM.

5. Храмцов С.П. Вода для тушения пожаров / С. П. Храмцов // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – Т. 16. – № 4. – С. 72-75. – EDN KNUVHX.

6. Халиков Р.В., Роечко В.В., Дегтярев С.В. Эффективные концентрации ингибирующих солей в температурно-активированной воде, используемой для пожаротушения // Пожары и ЧС. 2021. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnye-kontsentratsii-ingibiruyuschih-soley-v-temperaturno-aktivirovannoy-vode-ispolzuemoy-dlya-pozharotusheniya> (дата обращения: 16.02.2023).

УДК 621.3.082.73

И. В. Холодков, Н. В. Холодкова, И. М. Смирнова, В. П. Кудрякова

Ивановский государственный химико-технологический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

Аннотация: рассмотрены теоретические основы количественного описания свойств пьезоэлектрических материалов и предложены основные методические рекомендации по их экспериментальному определению в пленках полимерных электретов. Показана возможность использования атомно-силовой микроскопии для измерения пьезоэлектрического коэффициента d_{33} .

Ключевые слова: пьезоэффект, электреты, полимерные пленки, атомно-силовая микроскопия.

I. V. Kholodkov, N. V. Kholodkova, I. M. Smirnova, V. P. Kudryakova

METHODOLOGICAL ASPECTS OF POLYMER FILMS PIEZOELECTRIC PARAMETERS MEASUREMENTS

Abstract: the theoretical foundations of the quantitative description of the properties of piezoelectric materials are considered. The main methodological recommendations for the experimental determination of piezoelectric modules in polymer electret films are proposed. The possibility of using atomic force microscopy to measure the piezoelectric coefficient d_{33} is shown.

Keywords: piezoelectric effect, electretes, polymer films, atomic force microscopy.

Пьезоэффект в полимерных диэлектриках наблюдается, если предварительно перевести их в поляризованное (электретное) состояние. Наилучшими пьезоэлектрическими свойствами из полимерных материалов обладают поливинилиденфторид (ПВДФ) и сополимеры винилиденфторида. ПВДФ – частично кристаллический полимер со степенью кристалличности около 50 %. Применение ПВДФ в качестве пьезоэлектрического материала основывается на его низкой

плотности, гибкости, простоте изготовления в виде пленок любых размеров и высокой пьезочувствительности.

Существует несколько моделей механизма пьезоэффекта в ПВДФ [1]. Большинство исследователей считает, что ПВДФ – сегнетоэлектрик и пьезоэлектрические свойства его обусловлены спонтанной поляризованностью кристаллических областей, которые под воздействием поляризующего поля ориентируются в направлении электрического поля, создавая остаточную поляризованность после его снятия. В тоже время мнение, согласно которому пьезоэффект в ПВДФ обусловлен захваченными зарядами. На текущий момент исследователи склоняются к мнению [2], что пьезоэффект в ПВДФ и сополимерах винилиденфторида обусловлен в основном спонтанной поляризацией в кристаллитах β -формы, которая образуется из кристаллической α -формы при ориентационном вытягивании образца или под действием сильных электрических полей.

Количественно охарактеризовать свойства пьезоэлектрических материалов можно тензорами пьезоэлектрических величин. Прямой пьезоэлектрический модуль d связан с возникновением (или изменением) поляризованности диэлектрика P под действием механического напряжения Z . Поскольку P является вектором, а Z – тензором второго ранга, то связь между этими величинами в общем виде дается тензорным соотношением:

$$P_i = d_{ijk}Z_{jk} \quad (1)$$

где d_{ijk} – пьезоэлектрический модуль (тензор третьего ранга).

Так как $Z_{jk} = Z_{kj}$, пьезоэлектрический модуль можно упрощенно представить в виде матрицы коэффициентов:

$$d_{ij} = \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} & d_{15} & d_{16} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} & d_{24} & d_{25} & d_{26} \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} & d_{34} & d_{35} & d_{36} \end{vmatrix},$$

где $d_{14} = 2d_{123} = 2d_{132}$; $d_{15} = 2d_{131} = 2d_{113}$; $d_{16} = 2d_{112} = 2d_{121}$ и т.д.

Поляризованный полимерный диэлектрик обладает определенной симметрией, связанной с расположением зарядов или ориентацией диполей. С учетом этой симметрии часть коэффициентов матрицы пьезоэлектрического тензора превращается в нули. Например, для поляризованной одноосно-ориентированной пленки из ПВДФ матрица пьезоэлектрического тензора имеет следующий вид:

$$d_{ij} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & d_{15} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & d_{24} & 0 & 0 \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix},$$

где i – индекс компоненты P ; j – индекс компоненты Z .

Для технических применений наиболее важными являются компоненты тензоров (пьезомодулей) d_{31} , d_{32} , d_{33} и их линейная комбинация, которая характеризует изменение плотности электрического заряда при всестороннем сжатии.

Индексы соответствуют выбранным осям отсчета: оси 1 и 2 лежат в плоскости пленки, а ось 3 направлена перпендикулярно и параллельна поляризованности пленки (поляризующему полю).

Измерение коэффициентов d_{31} и d_{32} статическим и квазистатическим методом проводят, используя, как правило, прямой пьезоэффект, т. е. измеряя электрический заряд, возникающий в режиме одноосного растяжения. Измерения при синусоидальной растягивающей нагрузке более надежны, поскольку в этом случае исключаются эффекты, связанные с ползучестью и релаксацией механических напряжений.

Для определения величины пьезомодулей на образцы пленки в виде полоски шириной около 1 см и длиной примерно 10 см наносят с двух сторон металлические электроды в виде тонких пленок и затем их растягивают с определенным усилием F_j ($j = 1, 2$) так, чтобы между механическим напряжением Z и плотностью электрического заряда была линейная зависимость. Для пленок из ПВДФ это выполняется при $Z_{\max} \leq 30$ МПа.

$$d_{3j} = \Delta q / \Delta F_j \quad (2)$$

где Δq – изменение электрического заряда при изменении усилия ΔF .

С метрологических позиций следует учитывать, что модуль упругости металла значительно превышает модуль упругости полимерной пленки, поэтому при определении пьезомодулей тонких пленок следует учитывать влияние нанесенного слоя металлизации на измеряемое значение:

$$d_{ист} = d_{изм} Y_m / Y_0 \quad (3)$$

где $d_{ист}$ – истинное значение коэффициента; $d_{изм}$ – измеренное значение коэффициента; Y_m , Y_0 – модули упругости металлизированной и неметаллизированной пленок, соответственно.

Поскольку пленка с нанесенными на ее поверхность электродами представляет собой плоский конденсатор, то результирующее изменение величины заряда можно определить на основе измерений напряжения на его обкладках, используя для расчетов соотношение:

$$\Delta q = (C_x + C_0) \Delta U, \quad (4)$$

где C_x – емкость измеряемого образца; C_0 – емкость, присоединяемая параллельно образцу для увеличения постоянной времени; ΔU – изменение электрического напряжения на образце.

Измерение напряжения в такой системе сопряжено с рядом методических трудностей, поскольку речь идет не о разности потенциалов, формируемой протекающим током. В таких случаях следует использовать вольтметры электростатического типа, работающие по принципу электрометров.

Для определения коэффициентов d_{31} и d_{32} в диапазоне частот 0,5-5 кГц был предложен метод пьезоэлектрического трансформатора [3]. Это чисто электрический метод измерения. В этом методе верхний электрод выполняется в виде двух равных секций, а нижний электрод в виде сплошной пленки. После подачи электрического напряжения U_1 от генератора между первой секцией верхнего электрода и нижним

электродом в образце возникает механическая деформация, которая возбуждает ответный электрический сигнал между второй секцией верхнего электрода и нижним электродом. По отношению U_2/U_1 рассчитывают коэффициент электромеханической связи K (учитывая, что $U_1 > U_2$) и далее значение соответствующего пьезомодуля:

$$K_{31} = (2U_2/U_1)^{1/2}, d_{31} = K_{31}(\epsilon\epsilon_0/Y)^{1/2} \quad (5)$$

где ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость полимерной пленки, Y – модуль упругости полимерной пленки.

Определение коэффициента d_{33} путем деформации образца пленки сопряжено со значительной методической погрешностью, так как сдавливание пленки между пластинами мешает ее поперечной деформации. По этой причине следует использовать обратный пьезоэффект – измерять относительную деформацию пленки в направлении ее толщины, прикладывая к электродам пленки электрическое поле напряженностью E . Данный способ был предложен в работе [4], авторы которой для измерения относительной деформации образца использовали лазерный интерферометр.

$$d_{33} = \Delta\delta/\Delta E \quad (6)$$

где $\Delta\delta$ – изменение относительной деформации в направлении толщины при изменении напряженности электрического поля на ΔE .

Развитие измерительных систем позволяет в настоящее время применить для данной цели метод атомно-силовой микроскопии [5]. Общая схема измерений методом силовой микроскопии пьезоотклика, реализованного на базе атомно-силового микроскопа Solver 47Pro приведена на рис. 1.

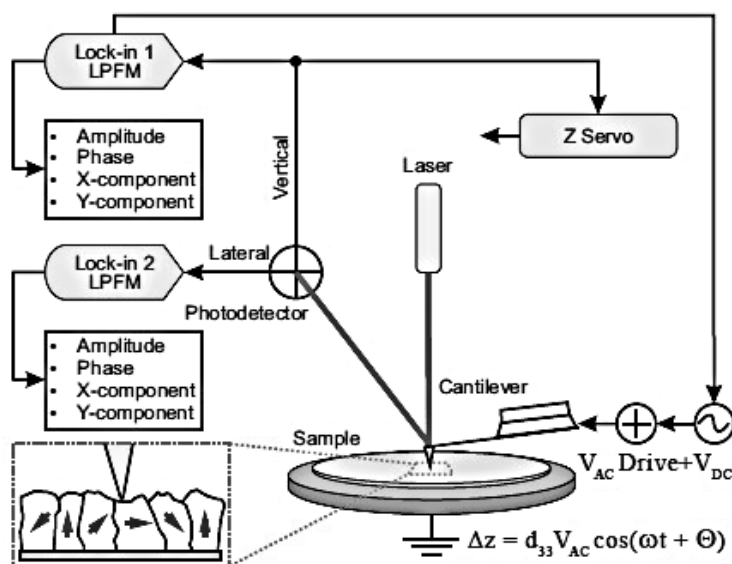


Рис. 1. Общая схема измерений методом атомно-силовой микроскопии пьезоотклика

В этом случае используется зонд с проводящим покрытием, позволяющим локально создавать разность потенциалов в исследуемом образце и одновременно регистрировать результирующие изменения в толщине пьезоэлектрической пленки с точностью до долей нанометров. Использование для данных целей источника

модулированного напряжения позволяет регистрировать переменную составляющую сигнала, обеспечивая существенное улучшение избирательности измерительной системы. Амплитуда и фаза периодических смещений зонда в вертикальном направлении регистрируются с помощью одного из синхронных детекторов и затем выводятся как амплитуда и фаза вертикального пьезоотклика. Одним из достоинств данного метода измерений является возможность получения распределения величины пьезоэлектрических характеристик по поверхности образца.

Возможность данной методики можно продемонстрировать на примере исследования керамики PLZT. На изображении рельефа поверхности образца видны многочисленные царапины, образовавшиеся в ходе шлифования (рис 2, а), а на амплитудном и фазовом изображениях вертикального пьезоотклика хорошо различима доменная морфология материала (рис. 2, б). Светлые и темные области с волнистыми границами на изображениях соответствуют доменам, вертикальные компоненты, поляризации которых имеют противоположные знаки.

Основной методической проблемой при этом является выбор кантилевера. Для увеличения чувствительности следует использовать кантилеверы с максимально короткой балкой и значением силовой постоянной порядка 40 Н/м, в тоже время при работе с полимерными материалами это может привести к повреждению поверхности, и служить одной из причин получения заниженных значений коэффициента d_{33} .

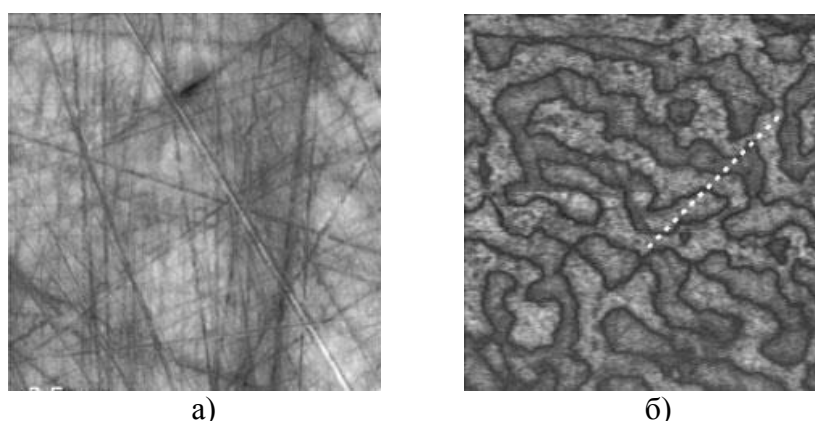


Рис. 2. Рельеф поверхности и изображение в виде сигнала вертикального пьезоотклика от образца керамики PLZT, полученные после проведения спектроскопических измерений

Таким образом, измерение пьезоэлектрических параметров и характеристик полимерных пленок требует учета факторов, связанных с изменением упругих свойств образцов после нанесения проводящих электродов. Анализ возможностей современных методов контроля поверхности позволяет расширить возможности изучения пьезоэлектрических материалов за счет применения метода атомно-силовой микроскопии.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сесслер Г. Электреты. М.: Мир. -1983. - 488 с.
2. Lushcheikin G.A. The Electret Effect in Polymers. Advances in the Preparation and Application of Electrets // Russ. Chem. Rev.- 1983. - V. 52 (8). - P. 804-815.
3. Rezvani B., Linvill J.G. Measurement of piezoelectric parameters versus bias field strength in polyvinylidene fluoride (PVF₂) // Applied Physics Letters. - 1979. -V. 34. - P. 828-830.
4. Kepler R.G., Anderson R. A. Piezoelectricity and pyroelectricity in polyvinylidene fluoride // Journal of Applied Physics. - 1978. - V. 49. P. 4490-4494
5. Холодков И.В., Холодкова Н.В. Практические аспекты применения атомно-силовой микроскопии в научных исследованиях // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы естествознания» Иваново, 25 марта 2019 года / Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - С. 139-145.

УДК 677.54.03

А. В. Шибашов

Ивановский государственный химико-технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН НА ПРИРОДНЫЕ ПРИМЕСИ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА

Аннотация: в настоящей работе изучено совместное действие ультразвука и раствора пероксида водорода, приводящее к разрушению разветвленной полимерной молекулы лигнина на меньшие фрагменты. Приведено сравнение результатов влияния различных способов беления на изменении содержания воскообразных и пектиновых веществ в хлопковой составляющей ткани.

Ключевые слова: лигнинсодержащие примеси, ультразвук, воскообразные вещества, пектин, пероксид водорода.

A. V. Shibashov

STUDY OF INFLUENCE OF LOW-FREQUENCY ULTRASONIC WAVES ON NATURAL COTTON FIBER IMPURITIES

Abstract: the present work has studied the combined action of ultrasound and hydrogen peroxide solution leading to the destruction of a branched lignin polymer molecule into smaller fragments. The results of the effect of various whitening methods on the change in the content of waxy and pectin substances in the cotton component of the fabric are compared.

Keywords: lignin-containing impurities, ultrasound, waxy substances, pectin, hydrogen peroxide.

Введение

Для современных непрерывных методов подготовки текстильных материалов характерно совмещение отдельных операций многостадийного процесса в единый цикл. Беление представляет собой сложную технологическую операцию подготовки текстильного материала, которая характеризуется значительным разнообразием процессов, протекающих в системе волокнистый материал – белящий раствор. Ультразвуковое воздействие на полимер в жидкой среде в процессе пероксидного беления связано с протеканием целого ряда физических и химических явлений, таких как кавитация, реакциями окисления и восстановления, процессов деполимеризации и полимеризации, внутримолекулярных перегруппировок веществ [1]. При белении целлюлозосодержащих тканей по одностадийному способу особую трудность представляет удаление остатков хлопковых коробочек, которые являются основными носителями труднорастворимых лигнинсодержащих примесей. Наличие в хлопковой составляющей хлопкополиэфирной ткани воскообразных и пектиновых веществ обуславливает гидрофобные свойства хлопкового волокна, и удаление их в процессе пероксидного беления позволяет придать волокну способность поглощать и удерживать воду. Известно, что часть воскообразных веществ – это жирные органические кислоты, которые достаточно легко удаляются даже в процессе одностадийного беления, другая часть – высокомолекулярные спирты и углеводороды, трудно удаляемые из волокна даже с применением высокоэффективных эмульгаторов в составе белящего раствора. Количество воска в волокне возрастает с увеличением удельной поверхности и колеблется от 0,65 до 1 %. В природном хлопковом волокне поверхностный воскообразный слой имеет грубую складчатость, неправильную глобулярную структуру с разрывами и трещинами, в случае неполного удаления воскообразных веществ, оставшаяся небольшая часть восков растекается по внутренней поверхности волокон в форме мономолекулярной пленки, что препятствует проникновению воды и водных растворов в волокно.

Широко распространенные в растительном мире пектиновые вещества являются своеобразной группой углеводов, весьма сложной по составу. Главной и характерной составной частью их служит кальций-магниевая соль пектиновой кислоты. Пектиновая кислота представляет собой полигалактуроновую кислоту, у которой часть карбоксильных групп этерифицирована этиловым спиртом. Пектиновые вещества обладают способностью желатинизироваться в водных растворах, что усиливает процесс повторной сорбции продуктов деструкции примесей целлюлозы, в том числе и самого пектина, из водных растворов. [2]. Настоящая работа посвящена исследованию влияния низкочастотных ультразвуковых волн на степень разрушения и удаления воскообразных, пектиновых и лигнинсодержащих примесей из хлопкового волокна в процессе пероксидного беления.

Экспериментальная часть

Беление хлопкополиэфирной ткани арт. 4С5-КВ осуществляли жидкостным способом на установке УЗВ-28/200 МП с интенсивностью ультразвукового воздействия 3 кВт/см^2 в течение 20 минут, промывали материал горячей и холодной водой, сушили. Капиллярность ткани определяют согласно ГОСТ 3816-81 [3].

В качестве объекта исследования использовали хлопковую шелуху, которую помещали в пероксидные растворы различного состава и проводили беление в условиях термостатирования при 80°C и при ультразвуковой воздействии с

интенсивностью 3 кВт/см² в течение 20 минут. Для изучения степени и глубины разрушения лигнина в хлопковой шелухе использовали метод УФ – спектроскопии [4].

Для определения содержания воскообразных веществ в хлопковом волокне использовали следующую методику.

Кондиционированный в эксикаторе образец хлопкового волокна массой 5 г, взвешенный в бюксе с точностью до 0,0001 г, помещали в гильзу из фильтровальной бумаги, которую вставляли в эксикатор – аппарат Сокслета так, чтобы верхний конец испытуемой пробы был не выше верхнего отверстия сифона.

В колбу аппарата наливали этиловый эфир в количестве, превышающем в 1,5 – 2 раза объем растворителя, необходимого для переливания через сифон. Экстрагирование проводили на электрической водяной бане с таким расчетом, что бы происходило десять переливаний растворителя из экстрактора в колбу, но не менее 2 часов.

По окончании экстрагирования обезжиренный образец высушивали в сушильном шкафу при температуре 105°C до постоянно-сухой массы, затем выдерживали в эксикаторе в течении 45-60 минут и взвешивали в бюксе.

Массовую долю жировых веществ вычисляли по формуле [5]:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_2 + (m_1 - m_2)} \cdot 100 \%,$$

где m_1 и m_2 – постоянно-сухая масса исходного и обезжиренного образца, г.

Определения содержания пектиновых веществ в хлопковом волокне осуществляли кальций-пектатным методом. Навеску ткани 1 г, предварительно измельченную, помещали в колбу, заливали 100 мл (1% раствор) лимоннокислого аммония (трехзамещенного) и кипятили с обратным холодильником в течение часа. Полученный экстракт отфильтровывали в колбу на 250 мл, остаток снова заливали 100 мл раствора лимоннокислого аммония и экстракцию повторяли. Экстракт отфильтровывали в ту же колбу, остаток на фильтре промывали горячей водой. Из мерной колбы отбирали 100 мл экстракта пектиновых веществ, переносили в стакан на 300 мл и прибавляли 10 мл 1Н NaOH для омыления эфиров. Раствор оставляли на ночь в темном месте, после чего к нему добавляли последовательно при перемешивании по 50 мл 1Н CH₃COOH и CaCl₂ (11,1 г/л) и опять оставляли на ночь. Затем нагревали до кипячения, и горячий раствор фильтровали через стеклянный фильтр №2. Осадок промывали сначала холодной водой для удаления лимоннокислого кальция (проба на кальций щавелевой кислотой), затем горячей водой до отрицательной пробы на ионы хлора (проба с нитратом серебра). Осадок на фильтре высушивали до постоянно массы при 105°C. Содержание пектиновых веществ (%) вычисляли по формуле:

$$ПВ = (2,5a \cdot 0,9235 \cdot K_3 \cdot 100) / C,$$

где a – масса кальций-пектата, г; C – навеска абсолютно сухого волокнистого материала, г; K_3 – коэффициент экстракции. [6]

Обсуждение результатов

На рисунке представлены УФ-спектры диоксановых экстрактов лигнина хлопковой шелухи, отбеленной в различных условиях. Спектральная кривая лигнина исходной хлопковой шелухи (кривая 1) имеет характерный максимум в области 280 нм и плато в области 320-340 нм. После пероксидного беления в условиях термостатирования (кривая 2) на спектре лигнина хлопковой шелухи наблюдается снижение интенсивности поглощенного ультрафиолетового излучения по всей длине спектра, а характеристическое плато при 320-340 нм практически исчезает, что свидетельствует об окислении карбонильных и фенольных гидроксильных групп лигнина пероксидом водорода. При белении с использованием ультразвуковой обработки (кривая 3) происходит не только значительное снижение интенсивности поглощенного излучения, но и небольшой bathochromic сдвиг максимума на спектре в длинноволновую область. По всей видимости, молекулярные изменения в лигнине хлопковой шелухи, отбеленной с использованием ультразвука, характеризуются разрушением не только хромофорной системы, но и ароматических структур.

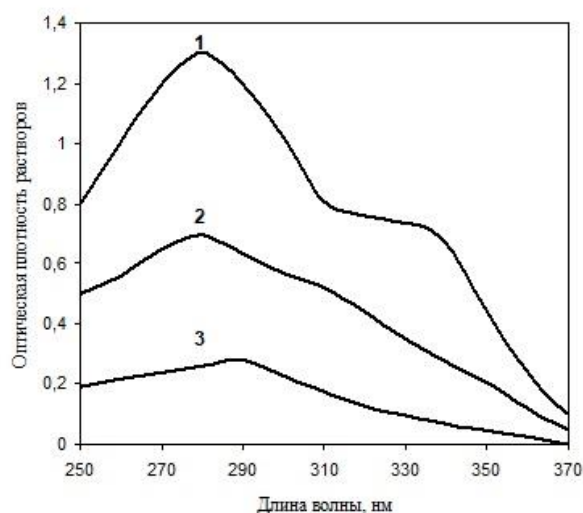


Рис. Ультрафиолетовые спектры диоксановых экстрактов лигнина хлопковой шелухи, отбеленной в различных условиях: 1. Исходная хлопковая шелуха;

2. Хлопковая шелуха, отбеленная в растворе, г/л: пероксид водорода – 10, едкий натр – 2,5, силикат натрия – 10, смачиватель ЭМ – 1, термостатирование при $T=85-90^{\circ}\text{C}$;
3. Хлопковая шелуха, отбеленная раствором, г/л: пероксид водорода – 9, стабилизатор АС – 6 при ультразвуковом воздействии

Совместное действие ультразвука и пероксидного раствора приводит к деструкции разветвленной полимерной молекулы лигнина на более мелкие фрагменты, что способствует их последующему легкому удалению с поверхности материала акустическими течениями.

С целью выяснения эффективности ультразвукового воздействия на хлопкополиэфирную ткань сопоставлены результаты влияния различных способов беления на изменение содержания воскообразных и пектиновых веществ в хлопковой составляющей ткани. Из представленных в таблице данных наглядно видно, что после одностадийного беления с использованием ультразвука содержание воскообразных и пектиновых веществ соответствует уровню содержания этих веществ в хлопковом волокне после двухстадийного способа беления. Применение ультразвука позволяет значительно повысить капиллярность хлопкополиэфирной

ткани в процессе одностадийного способа беления при сокращении времени обработки в 3 раза.

Таблица. Влияние способа беления на изменение содержания сопутствующих примесей хлопковой составляющей хлопкополиэфирной ткани

Способ беления	Время беления, мин	Содержание воскообразных веществ, %	Содержание пектиновых веществ, %	Капиллярность, мм
Суровая ткань	-	0,73	0,98	0,3
Двухстадийный	60/60	0,32	0,031	120
Одностадийный	60	0,59	0,061	91
Одностадийный с ультразвуком	20	0,37	0,035	118

Выводы

В работе исследована роль низкочастотных ультразвуковых волн в интенсификации процессов удаления сопутствующих природных примесей хлопкового волокна при пероксидном белении. Спектрофотометрическим и гравиметрическим методами определено, что после воздействия ультразвуковых волн содержание пектиновых и воскообразных веществ в хлопковом волокне снижается в 2 раза.

Совместное действие ультразвука и пероксидного раствора приводит к деструкции разветвленной полимерной молекулы лигнина на более мелкие фрагменты, что способствует их последующему легкому удалению с поверхности материала акустическими течениями.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что использование ультразвукового воздействия в процессах пероксидного беления позволяет значительно повысить гигроскопические свойства хлопкополиэфирной ткани при сокращении времени обработки в 3 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фаерман В.Т. Применение ультразвука для обработки текстильных материалов / В.Т. Фаерман. – М.: Легкая индустрия., 1969. – 140 с.
2. Демин В.А. Электрохимическая отделка сульфатов целлюлозы / В.А. Демин, В.Д. Довыдов, Б.Д. Богомолов. – Л.: Наука, 1982. – 176 с.
3. Кричевский Г.Е. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов / Г.Е. Кричевский - М.: Высшая школа., 1995. – 225 с.
4. Паперно Т.Я. Физико-химические методы исследования в органической и биологической химии / Т.Я. Паперно, В.П. Поздняков, А.А. Смирнова, М.Л. Елагин. – М.: «Просвещение», 1977. – 176 с.
5. ГОСТ 3816-81. Плотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств: М., Издательство стандартов, 1982. 12 с.
6. Резников В.М. Сравнение кальций-пектатного и спектрофотометрического методов анализа пектиновых веществ / В.М. Резников. Химия древесины. – Л.: 1982. – №2. С.108-113.

УДК 544.588

Т. Г. Шикова, А. Ю. Голубева

Ивановский государственный химико-технологический университет

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ В ПЛАЗМЕ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА АРАМИДНОГО ВОЛОКНА

Аннотация: приведены результаты исследования влияния обработки в плазме кислорода и аргона на смачиваемость арамидных волокон и прочность микропластика, моделирующего композитный материал с эпоксидным связующим. Показано, что воздействие плазмы увеличивает смачиваемость волокон эпоксидной смолой. Достижимый эффект выше в плазме кислорода. Установлено, что при выбранных параметрах разряда воздействие плазмы аргона не ухудшает механическую прочность волокон. Модифицирование в плазме кислорода при повышенных давлениях газа и токе разряда может привести к разрушению волокна. Показано, что в результате обработки волокон в плазме прочность микропластика увеличивается в среднем на ~ 30 %.

Ключевые слова: арамидное волокно, композитные материалы, плазма, модифицирование волокон, шероховатость, смачиваемость, капиллярный подъем.

T. G. Shikova, A. Yu. Golubeva

INFLUENCE OF PLASMA TREATMENT ON ADHESION PROPERTIES OF ARAMID FIBER

Abstract: the results of a study of the effect of treatment in oxygen and argon plasma on the wettability of aramid fibers and the strength of microplastics simulating a composite material with an epoxy binder are presented. It has been shown that exposure to plasma increases the wettability of fibers with epoxy resin. The achieved effect is higher in oxygen plasma. It has been established that for the selected discharge parameters, the effect of argon plasma does not degrade the mechanical strength of the fibers. Modification in oxygen plasma at elevated gas pressures and discharge current can lead to fiber destruction. It is shown that, as a result of plasma treatment of fibers, the strength of microplastics increases by ~30 % on average.

Keywords: aramid fiber, composite materials, plasma, fiber modification, roughness, wettability, capillary lift.

Введение

Арамидные волокна выгодно отличаются от других классов органических волокон не только высокими показателями прочности, но и очень высокой термостойкостью и максимальной устойчивости к действию открытого пламени, отсутствием заметной усадки до температур 350–450 °С, что чрезвычайно важно при их использовании в экстремальных условиях. Это позволяет изготавливать из таких волокон специальную термозащитную и трудногорючую одежду для пожарных и спасателей. Вместе с этим арамидные нити широко применяются в качестве армирующего материала при создании различного рода волокнистых композитов [4]. В обоих случаях производят пропитку волокон либо огнезащитными материалами, либо полимерным связующим. Определенная гидрофобность поверхности арамидных волокон затрудняет этот процесс [1]. Ускорить его можно путем увеличения смачиваемости нитей. Целью данной работы было исследование влияния обработки

арамидного волокна марки Русар в плазме пониженного давления кислорода и аргона на его смачивание эпоксидной смолой и на прочность модельного композитного материала, изготовленного из этих компонентов.

Методика эксперимента

Арамидное волокно, марки «Русар-С» (производитель ООО НПП «Термотекс», г. Мытищи, Россия) обрабатывали в положительном столбе тлеющего разряда постоянного тока в кислороде и аргоне при давлении плазмообразующего газа 30 и 150 Па, токе разряда 20 и 50 мА, линейной скорости потока газа 30 см/с. Разряд возбуждали в стеклянном реакторе диаметром 3 см (рис. 1). Образцы нити суммарной длиной 5,5 м наматывали на стеклянный держатель таким образом, чтобы при помещении его в разрядную трубку волокна располагались у стенки реактора.

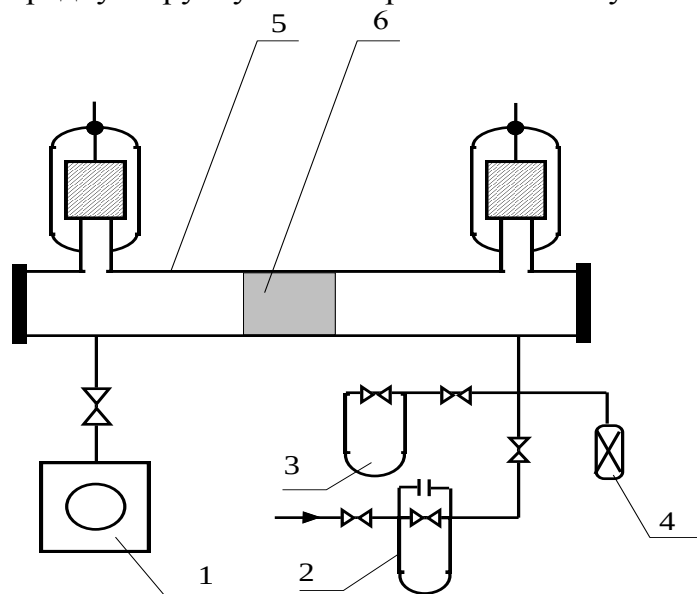


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

1 - форвакуумный насос; 2 - капиллярный расходомер; 3 - U-образный манометр; 4 - датчик давления ПМТ-2; 5 - стеклянный реактор; 6 - обрабатываемый образец

Краевые углы смачивания поверхности образцов эпоксидной смолой ЭД-20 определяли по фотографиям капель, которые обрабатывали в программе ImageJ.

При измерении высоты капиллярного подъема исходная эпоксидная смола ЭД-20 для снижения вязкости разбавлялась ацетоном в объемном соотношении 1:1. Высоту подъема жидкости фиксировали по истечении 15 минут пребывания волокна в рабочем растворе.

Модельный композитный материал на основе арамидных волокон (микропластик) готовили следующим образом. В качестве связующего вещества использовали смесь эпоксидной смолы ЭД-20, ацетона и этилового спирта. К навеске эпоксидной смолы ЭД-20 в 30 грамм, добавляли 50 миллилитров смеси ацетона с этиловым спиртом и 5 грамм отвердителя. Арамидные волокна длиной 60 см погружали в приготовленную смесь, и выдерживали в ней 15 минут, после чего, волокна отжимали и наматывали на деревянную рамку так, чтобы они не провисали. Рамку с волокнами, пропитанными смолой, помещали в сушильный шкаф и поднимали в нём температуру до 160°C в течение часа, выдерживали при этой

температуре 2 часа, после чего снижали температуру до 60°C. После этого, через сутки микропластик срезали с рамки и проводили его испытание на прочность.

Механическую прочность арамидных волокон измеряли по ГОСТ 6611.2 – 73, а микропластика на их основе - в соответствии с ГОСТ 25.601-80. В экспериментах использовали разрывную машину ИР5040-5. Расстояние между зажимами разрывной машины составляло 5 сантиметров, скорость движения зажимов разрывной машины – 60 мм/мин.

Экспериментальные результаты

Смачивание волокон

После нанесения капли эпоксидной смолы на волокно краевой угол смачивания с течением времени уменьшается, что связано с двумя факторами: растеканием капли по поверхности волокна под действием сил поверхностного натяжения и впитыванием капли в пучок волокон (рис. 2).

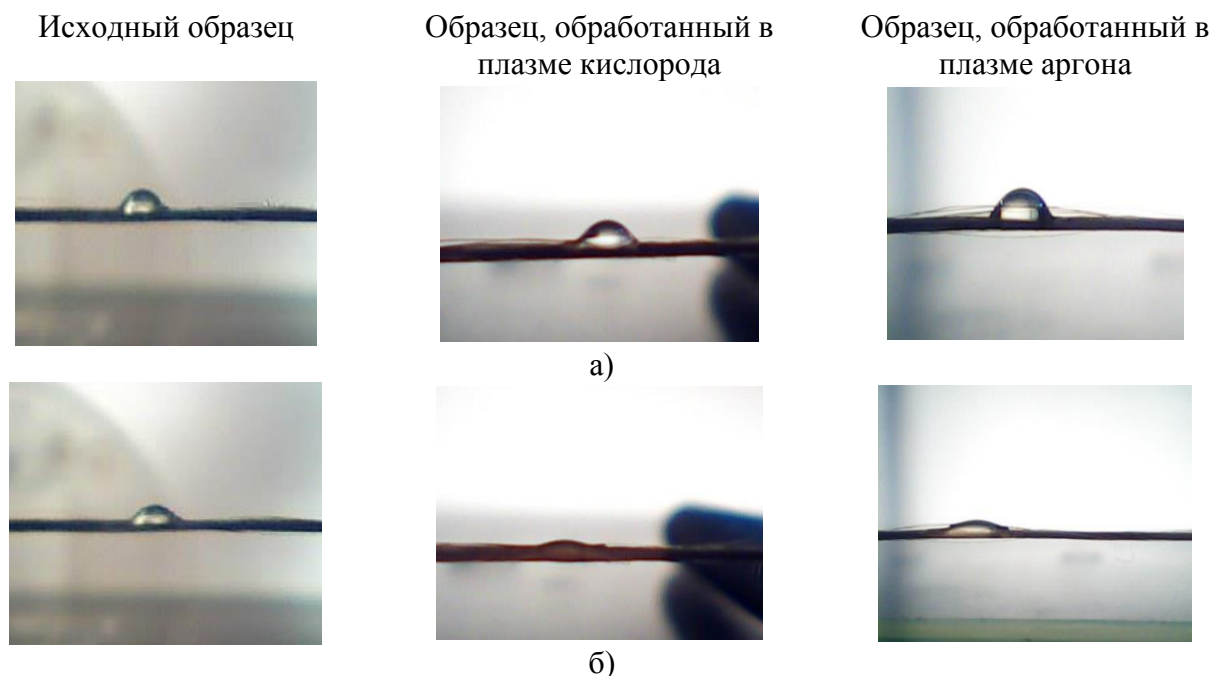


Рис. 2. Фото каплей эпоксидной смолы на волокне при разных условиях обработки
а) - через 10 с после нанесения капли; б) - через 600 с после нанесения капли.
Условия обработки в плазме: давление газа - 150Па, ток разряда - 50 мА,
длительность обработки – 60 с.

Результаты исследования кинетики изменения краевого угла смачивания после нанесения капли эпоксидной смолы на волокно приведены на рис. 3.

В первую минуту после нанесения капли изменение краевого угла смачивания со временем можно аппроксимировать линейной зависимостью, угловым коэффициент которой даст начальную скорость впитывания эпоксидной смолы ($d\theta/dt$). Полученные значения для разных условий обработки приведены в таблице 1.

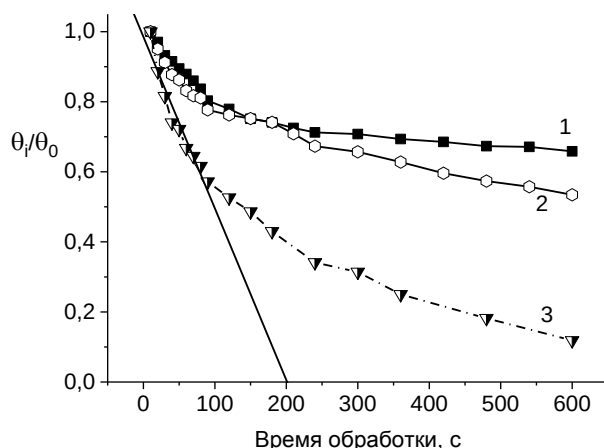


Рис. 3. Кинетика растекания капли эпоксидной смолы ЭД-20 по арамидному волокну 1 – исходный образец; 2 – образец, обработанный в плазме аргона; 3 – образец, обработанный в плазме кислорода. Время обработки волокна в плазме – 60 с, давление газа – 150 Па, ток разряда- 50 мА

Таблица 1. Начальные скорости изменения краевых углов смачивания при разных условиях обработки волокон

Условия обработки волокон			$\frac{d\theta}{dt}$, градус/с	
Давление газа, Па	Ток разряда, мА	Время обработки, с	O ₂	Ar
Необработанный			0,147	
30	20	60	0,357	0,353
30	50	60	0,420	0,320
150	20	60	0,383	0,280
150	50	60	0,481	0,327
30	20	300	0,333	0,283
30	50	300	0,373	0,257
150	20	300	0,463	0,310
150	50	300	0,380	0,260

В результате обработки волокон в плазме, скорость впитывания смолы увеличивается практически в три раза. Достижимый эффект в плазме кислорода выше. Смачиваемость волокна слабо зависит от давления газа и тока разряда при обработке в плазме аргона и изменяется с параметрами разряда в кислороде.

Для анализа наблюдаемых результатов необходимо исследование поверхностных свойств образцов до и после обработки в плазме. В работе [2] приведены результаты исследования топологии и химического состава арамидного волокна «Русар», обработанного в аналогичном реакторе при тех же параметрах разряда, что и в данной работе. Авторы отмечают, что при обработке в плазме кислорода происходит очистка (удаление поверхностных загрязнений) и травление поверхности, приводящие к росту шероховатости. При воздействии плазмы аргона также удаляются загрязнения, но рельеф поверхности практически не изменяется. Отмечено, что воздействие плазмы кислорода приводит к образованию новых кислородсодержащих групп на поверхности образца. В работе [3] показано, что при обработке арамидной пленки, изготовленной из полимерного материала «Русар», в плазме кислорода и аргона в обоих случаях в модифицированном слое полимера

увеличивается содержание кислорода и азота. Наиболее существенные изменения происходят при обработке в плазме кислорода.

Можно предположить, что обработка волокон, осуществляемая в данной работе в том же реакторе при тех же параметрах разряда, приведет к аналогичным изменениям поверхностных свойств образцов. Лучшую смачиваемость эпоксидной смолой, наблюдаемую после воздействия плазмы кислорода, можно объяснить более высокой концентрацией полярных функциональных групп в поверхностном слое нитей и большей шероховатостью этой поверхности, по сравнению с обработкой в аргоне. Зависимость наблюдаемого эффекта от параметров разряда в кислороде связана с тем, что увеличение тока разряда и давления плазмообразующего газа приводит к росту потока окислителя на образец, что в итоге может привести к более высоким скоростям травления образца и, в результате, к увеличению шероховатости поверхности волокна и росту концентрации кислородсодержащих функциональных групп в поверхностном слое.

Измерение высоты капиллярного подъема эпоксидной смолы по волокну показало, что результаты, наблюдаемые у образцов, обработанных в плазме аргона и кислорода близки: увеличение высоты капиллярного подъема по отношению к исходному образцу в среднем составляет 60%. Явной зависимости от параметров разряда в обоих плазмообразующих газах не наблюдается, но увеличение времени обработки приводит к лучшему результату, и в том, и другом случае (рис. 4).

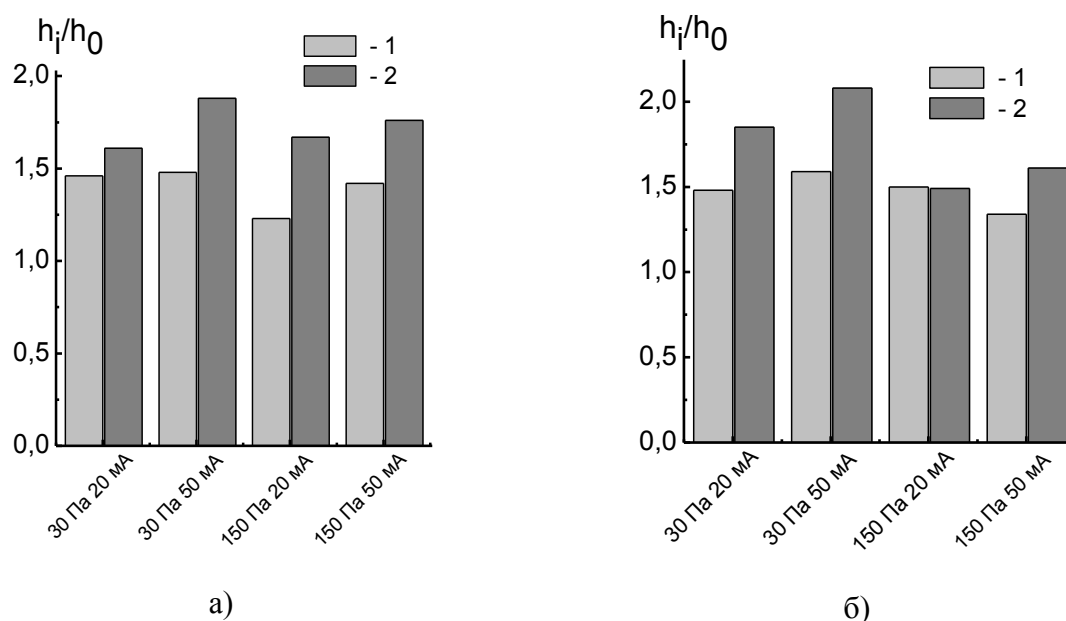


Рис. 4. Относительная высота капиллярного подъема эпоксидной смолы по арамидному волокну после обработки в плазме кислорода (а) и аргона (б) Время обработки 1 минута (1) и 5 минут (2). h_i – высота капиллярного подъема у обработанного волокна, h_0 – высота капиллярного подъема у исходного волокна

Механическая прочность арамидных волокон и микропластика

Одним из преимуществ модифицирования различных материалов в плазме является изменение свойств поверхностного слоя без ухудшения объемных характеристик материала.

Измерение разрывного усилия арамидных волокон до и после обработки показало: воздействие плазмы аргона не ухудшает физико-механических свойств

волокна, в плазме кислорода при определенных условиях наблюдается снижение прочности. При давлении кислорода 150 Па, токе разряда 50 мА и времени обработки 5 мин происходит перегорание отдельных волокон, а оставшиеся в пучке фактически теряют прочность (табл. 2).

Нагрев волокна в плазме обусловлен несколькими факторами: во-первых, поток тепла из плазмы на поверхность образца, во-вторых, гетерогенные процессы, связанные с дезактивацией или рекомбинацией частиц на поверхности нитей и тепловым эффектом химической реакции взаимодействия активных частиц плазмы с образцом. При обработке волокон в плазме кислорода к этим процессам можно отнести рекомбинацию атомарного кислорода, дезактивация метастабильных молекул кислорода и тепловой эффект процесса окислительной деструкции образца. Увеличение давления газа и тока разряда приводит как к росту температуры газа в положительном столбе разряда, так и к росту потоков активных частиц на образец, что увеличивает мощность тепловыделения на его поверхности. При определенных условиях при затрудненном теплообмене с окружающей средой может возникнуть тепловая неустойчивость, сопровождающаяся резким увеличением температуры и разрушением нитей. В нашем случае такая ситуация наблюдается при обработке волокна в течение 5 минут в плазме кислорода при давлении 150 Па и токе разряда 50 мА.

Таблица 2. Механические прочность арамидных волокон

Условия обработки волокон в плазме			Разрывное усилие, Н	
Р, Па	I, мА	t, с	O ₂	Ar
Исходный образец			113	
30	50	60	117	111
30	20	60	112	105
150	50	60	80	119
150	20	60	127	145
30	50	300	77	114
30	20	300	116	97
150	50	300	2	109
150	20	300	110	111

Изготовление микропластика и измерение его прочности проводили с целью моделирования композитного материала и исследования влияния плазмохимического модифицирования волокна на прочность сцепления с эпоксидным связующим. Результаты эксперимента приведены в таблице 3.

Таблица 3. Прочность микропластика на основе арамидного волокна

Условия обработки волокон в плазме				Разрывное усилие, Н
P, Па	I, мА	t, с	газ	
Исходный образец				128±12
30	20	300	Ar	150±14
30	50	300	Ar	159±18
150	20	300	Ar	166±15
150	50	300	Ar	157±19
30	20	300	O ₂	138±12
30	50	300	O ₂	158±15
150	20	300	O ₂	162±19

В результате обработки волокон в плазме прочность микропластика увеличивается в среднем на ~ 30%. В пределах погрешности измерений эффекты, получаемые в плазме кислорода и аргона близки. Для плазмы кислорода прослеживается зависимость между параметрами разряда при модифицировании волокна и прочностью микропластика: увеличение давления газа и тока разряда приводит к росту разрывного усилия. Для плазмы аргона подобной связи не наблюдается.

Таким образом, для выбранных условий эксперимента, несмотря на более высокую концентрацию полярных функциональных групп и шероховатость поверхности образцов, наблюдаемые при обработке арамидных материалов в плазме кислорода, по сравнению с плазмой аргона, прочность микропластика, изготовленного из этих волокон в обоих случаях близки. То есть, для улучшения адгезии к эпоксидному связующему можно использовать обработку волокна как в плазме кислорода, так и аргона.

В первом случае для получения лучшего эффекта можно рекомендовать проводить модифицирование при максимально возможных для термической устойчивости волокна потоках атомарного кислорода на образец. Это приведет к более значительному изменению микрорельефа поверхности, увеличению концентрации кислородсодержащих функциональных групп, что в свою очередь обеспечит лучшее смачивание волокна связующим, а в конечном итоге и более высокую адгезию между ними.

Так как при модифицировании в плазме аргона не было установлено взаимосвязи между результатом и параметрами процесса, можно предложить проводить модифицирование волокна при небольших давлениях газа и токах разряда. Это обеспечит более энергоэффективное проведение процесса, без ухудшения целевого результата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлин А.А. Основы адгезии полимеров/А. А. Берлин, В. Е. Басин. – М.: Химия, 1969. – 321 с.
2. Джбааи К.А., Титов В.А., Шикова Т.Г. Модифицирование арамидных нитей в плазме пониженного давления в кислороде и аргоне аргона // 7-й Международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии, 3-7 сентября 2014 г., г. Иваново: Сборник трудов, Иваново, 2014 г., с.180-183.

3. Джбааи К.А., Шикова Т.Г., Титов В.А., Ларина Ю.Н. Процессы модификации и деструкции арамидной пленки в неравновесной плазме кислорода и аргона// Известия высших учебных заведений. Сер. Химия и химическая технология, 2014, т.57, вып.6, С.58-63.

4. Перепёлкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты / Перепёлкин К.Е. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009. – 380 с.

УДК 544.588

Т. Г. Шикова, В. С. Ратавина

Ивановский государственный химико-технологический университет

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПЛЕНОК ПП И ПЭТФ В ПЛАЗМЕ АТМОСФЕРНОГО И ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

Аннотация: приведены результаты исследования химического состава, микрорельефа и смачивания поверхности пленок полипропилена (ПП) и полиэтилентерефталата (ПЭТФ), обработанных в плазме пониженного давления и послесвечении разряда атмосферного давления в воздухе. Показано, что в обоих случаях на поверхности полимеров происходит образование новых кислородсодержащих функциональных групп, увеличивается шероховатость поверхности и ее смачиваемость. Отмечено, что количественное соотношение различных функциональных групп и вид микрорельефа поверхности при этих двух видах обработки различны.

Ключевые слова: плазма, модифицирование полимеров, полиэтилентерефталат (ПЭТФ), полипропилен (ПП), ИК спектроскопия, АСМ, шероховатость, смачиваемость.

T. G. Shikova, V. S. Ratavina

MODIFICATION OF PP AND PET FILMS IN ATMOSPHERIC AND REDUCED PRESSURE PLASMA

Abstract: the results of a study of the chemical composition, topology and wetting of the surface of polypropylene (PP) and polyethylene terephthalate (PET) films treated in low-pressure plasma and afterglow of an atmospheric pressure discharge in air are presented. It has been shown that in both cases, new oxygen-containing functional groups are formed on the polymer surface, and the surface roughness and its wettability increase. It is noted that the quantitative ratio of various functional groups and the type of surface topology in these two types of treatment are different.

Keywords: plasma, polymer modification, poly-ethylene terephthalate (PET), polypropylene (PP), FTIR-spectroscopy, AFM, roughness, wettability

Введение

Полимерные материалы на основе полипропилена и полиэтилентерефталата широко используются в различных областях. Кроме традиционного применения в качестве упаковочного и электроизоляционного материала они применяются для изготовления селективных мембран, ионообменных волокон, полимеров медицинского назначения, композитных материалов. Полиэфирные волокна широко используются для изготовления тканей, обладающих теплоотражательными,

огнезащитными свойствами. В зависимости от конкретного применения к таким материалам может предъявляться ряд специфических требований. Например, хирургические шовные нити на основе полипропиленовых волокон должны обладать антимикробными, антисептическими, анестетическими, терапевтическими и другими свойствами, полиэфирные волокна для изготовления композитов должны иметь хорошую смачиваемость и адгезию к органическому связующему, а волокна для технического текстиля – хорошую адгезию к наносимым покрытиям и смачиваемость огнезащитной пропиткой. Одним из эффективных инструментов модифицирования поверхностных свойств полимерных материалов является неравновесная плазма.

Модифицирование полимеров можно проводить с использованием разрядов как пониженного давления, так и атмосферного. В этих системах могут существенно отличаться скорости генерации активных компонентов, что в итоге может привести как к разному набору, так и концентрации активных частиц плазмы, реагирующих с образцом. В свою очередь это может повлиять на скорость и результат целевого процесса при модифицировании полимеров. Целью настоящей работы являлось сравнение результатов воздействия плазмы пониженного давления и обработки в послесвечении разряда атмосферного давления в воздухе на поверхностные свойства пленок полипропилена (ПП) и полиэтилентерефталата (ПЭТФ).

Методика эксперимента

Объектами исследования являлись пленки полипропилена толщиной 30 мкм и пленки полиэтилентерефталата толщиной 60 мкм. Полимеры обрабатывали в послесвечении разряда атмосферного давления и в положительном столбе тлеющего разряда пониженного давления в воздухе.

Методика обработки образцов и схемы экспериментальных установок приведены в работе [4]. Модифицирование полимеров при атмосферном давлении проводили при токе разряда 15 мА. Скорость потока газа составляла 86 м/с. Время обработки полимера - 30 с. Обработку при пониженном давлении осуществляли при давлении плазмообразующего газа 100 Па и токе 80 мА. Время обработки – 60 секунд. Времена обработки полимеров в обоих случаях обеспечивали достижение стационарных значений краевых углов смачивания и химического состава поверхности. Температуру образцов измеряли остеклованной медь-константановой термопарой.

Поверхность пленок исследовали методом Фурье–ИК-спектроскопии НПВО. Использовали спектрофотометр фирмы “Nicolet” типа “Avatar-360”. Элементом НПВО служил кристалл селенида цинка, угол падения луча 42°, с однократным отражением, применяли режим накопления сигнала по результатам 32 сканирований, разрешение составляло 2 см⁻¹.

Топологию поверхности исследовали методом атомно – силовой микроскопии на приборе СЗМ SOLVER P47-PRO в полуконтактном режиме. Статистическая обработка полученных изображений проводилась в программе Nova (фирмы NT-MDT).

Краевые углы смачивания поверхности образцов дистиллированной водой и глицерином определяли по фотографиям капель, которые обрабатывали в программе ImageJ.

Экспериментальные результаты

Одними из результатов воздействия плазмы на полимеры являются изменения в химическом составе и топологии поверхностного слоя образцов. Исследование пленок ПП и ПЭТФ методом ИК НПВО показало, что обработка в плазме приводит к окислению поверхности: в случае ПП увеличивается поглощение в области валентных колебаний связей $C=O$ ($1580 - 1800\text{ см}^{-1}$) (рис. 1а), у ПЭТФ наблюдается сдвиг максимума и уширение полосы поглощения связей $C=O$ в эфирной группе ($1590 - 1780\text{ см}^{-1}$) (рис. 1б). В области валентных колебаний связей $O - H$ ($3000 - 3400\text{ см}^{-1}$) изменения по отношению к исходному образцу отмечаются лишь при обработке ПП в послесвечении разряда атмосферного давления: поглощение увеличивается. В остальных случаях ИК спектр полимеров в этой области незначительно отличается от исходного образца.

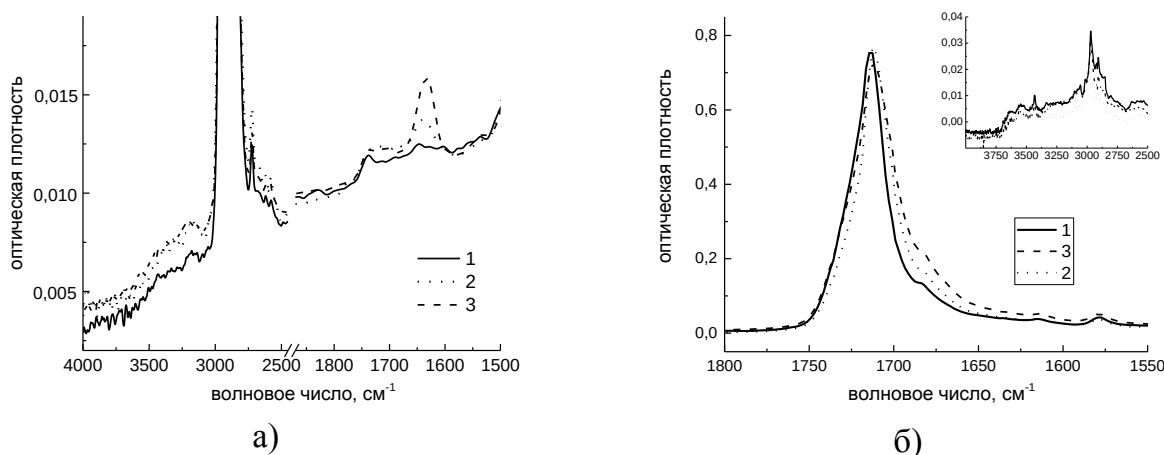


Рис. 1. ИК спектр пленок ПП (а) ПЭТФ (б)

1 – исходный образец, 2 – образец, обработанный в плазме пониженного давления, 3 – образец, обработанный в послесвечении разряда атмосферного давления

В таблице 1 приведены результаты измерений оптических плотностей на ряде волновых чисел из указанных диапазонов, отнесенные к значениям для полос 2838 см^{-1} (валентные колебания связи $C-H$ в CH_2 -группах ПП) и 871 см^{-1} (деформационные колебания связи $C-H$ в бензольном кольце ПЭТФ) и приведенные к исходному образцу (приведенные оптические плотности полос в спектрах необработанных полимеров приняты за единицу).

Образование новых кислородсодержащих групп на поверхности образцов обусловлено взаимодействием активных частиц плазмы с полимерами. Сравнительный анализ потоков активных частиц в разряде атмосферного и пониженного давления в смеси аргон-кислород приведен в работе [1]. Авторы отмечают, что основными активными частицами плазмы, приводящими к окислению поверхности полимеров, могут быть атомы кислорода, метастабильные электронно-возбужденные и колебательно возбужденные молекулы кислорода. В работе [1] показано, что потоки этих частиц в плазме атмосферного давления на несколько порядков величины выше. При обработке полимеров в послесвечении разряда атмосферного давления к этим частицам добавляются гидроксил-радикалы, образующиеся при диссоциации паров воды окружающего воздуха.

Таблица 1. Состав поверхности пленок ПП и ПЭТФ

Условия обработки полимеров	Относительные оптические плотности, приведенные к исходному образцу						
	ПП				ПЭТФ		
	D ₃₂₀₀ /D ₂₈₃₈	D ₁₇₃₇ /D ₂₈₃₈	D ₁₇₁₀ /D ₂₈₃₈	D ₁₆₃₇ /D ₂₈₃₈	D ₃₂₀₀ /D ₈₇₁	D ₁₇₁₃ /D ₈₇₁	D ₁₆₈₃ /D ₈₇₁
Послесвечение разряда атмосферного давления	1,43	1,80	1,80	2,94	0,92	1,02	1,39
Плазма пониженного давления	0,99	1,85	2,06	1,28	0,92	1,07	1,33

Воздух и смесь аргон-кислород являются кислородсодержащими плазмообразующими газами. Можно предположить, что набор активных частиц, реагирующих с образцами, и соотношение потоков этих частиц для разрядов атмосферного и пониженного давления для этих газов качественно будут совпадать. То есть поток активного кислорода в разряде воздуха при атмосферном давлении будет значительно выше, чем при пониженном. В подтверждение этого предположения можно привести данные из работ [2, 3], согласно которым концентрация атомов кислорода $O(^3P)$ в плазме воздуха при давлении 100 Па и токе разряда 80 мА составляет $1,1 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ [3], а в послесвечении разряда атмосферного давления в воздухе для тока разряда 15 мА – $2,5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ [2]. Более высокие потоки активного кислорода могут привести к более высокой концентрации кислородсодержащих групп на поверхности образца, а участие в реакции с полимером химически активного гидроксил-радикала объясняет более высокое содержание гидроксильных групп в модифицированном слое в случае обработки при атмосферном давлении.

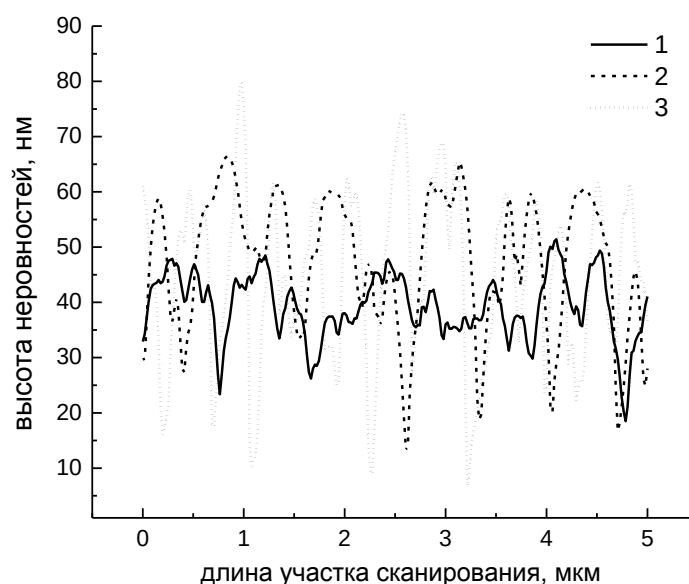


Рис. 2. Профиль поверхности пленки ПП

1 – исходный образец; 2 – образец, обработанный в послесвечении разряда атмосферного давления; 3 – образец, обработанный в плазме пониженного давления

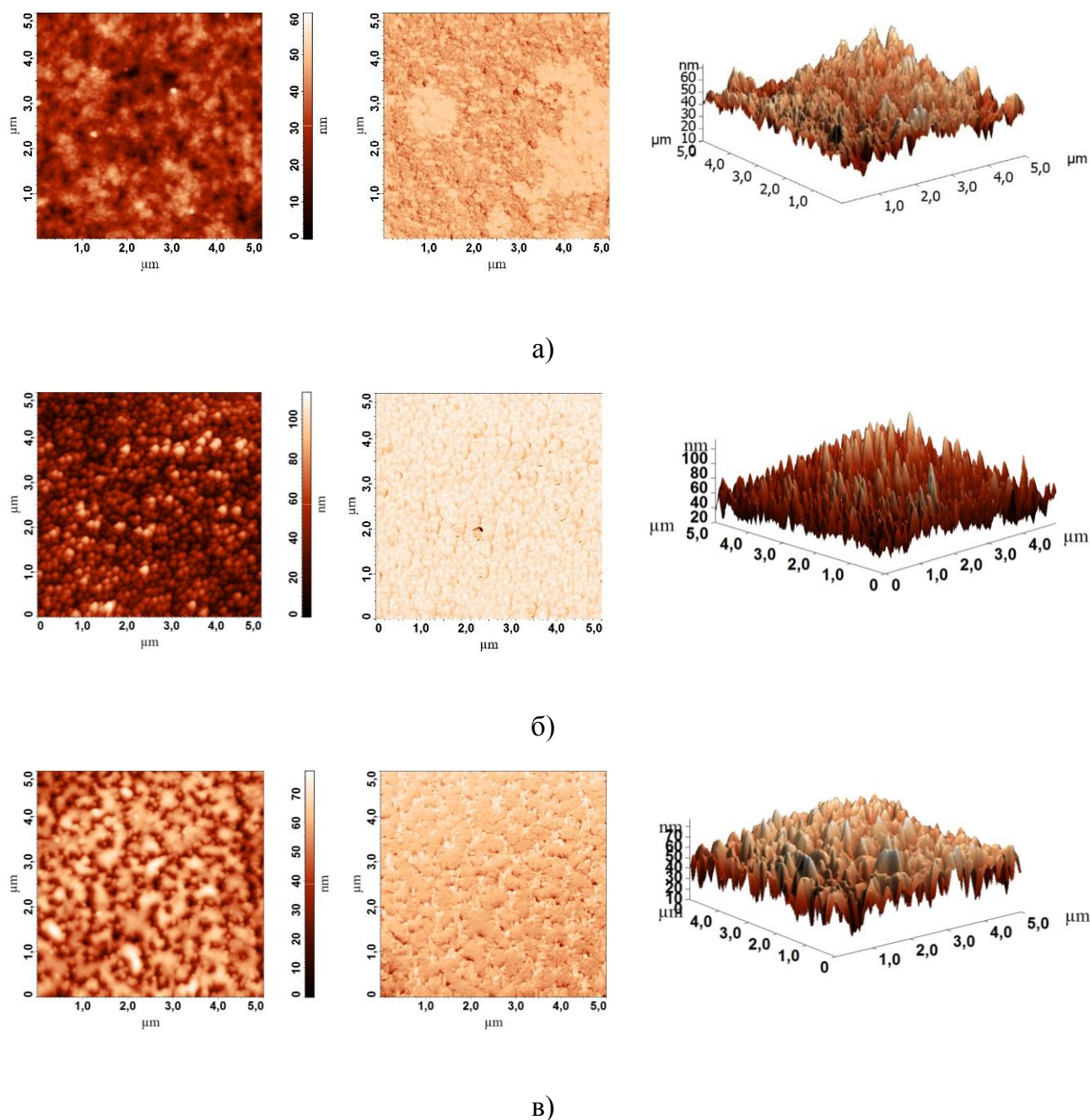


Рис. 3. Изображения поверхности пленок ПП, полученные методом атомно-силовой микроскопии: 2D - изображение, изображение в фазовом контрасте, 3D – изображение а) – исходный образец; б) – образец, обработанный в плазме пониженного давления; в) – образец, обработанный в послесвечении разряда атмосферного давления

Исследование пленок полимеров методом атомно-силовой микроскопии показало, что плазмохимическая обработка изменяет микрорельеф поверхности. У ПП (рис. 2): на участке сканирования 5 мкм средняя шероховатость изменяется от 5,3 нм для исходного образца до 12,4 нм при использовании разряда пониженного давления и до 8,7 нм при использовании разряда атмосферного давления. В обоих случаях наблюдается травление поверхности активными частицами плазмы, в результате которого удаляется поверхностный слой и проявляется зернистая кристаллическая структура полимера (рис. 3).

По сравнению с плазмой пониженного давления, на АСМ изображении пленки ПП, обработанной при атмосферном давлении, наблюдается сглаживание микровыступов, некоторое уменьшение высоты и увеличение ширины неровностей. Трехмерное изображение и изображение в фазовом контрасте позволяют предположить, что в послесвечении разряда атмосферного давления происходит не только травление поверхности пленки, но и локальное подплавление или размягчение поверхностного слоя образца, что приводит к частичному растеканию полимера вследствие меньшей вязкости, образованию неровностей большего диаметра и, в целом, к некоторому сглаживанию микрорельефа по сравнению с плазмой пониженного давления. У ПЭТФ, как более термостойкого полимера подобные изменения выражены слабее.

Нагрев полимеров при плазмохимической обработке обусловлен теплопереносом из объема нагреваемого газа, теплотой гетерогенной рекомбинации атомов и радикалов, дезактивации возбужденных частиц, а также тепловыми эффектами гетерогенных химических реакций. Можно ожидать, что значительно более высокие потоки активных частиц плазмы при обработке полимеров при атмосферном давлении приведут и к более высокой температуре образца.

Температура полимеров, измеренная при их обработке с помощью медь-константановой термопары, составила 75–80°C при расположении образцов в плазме пониженного давления, и 45–50°C — в послесвечении разряда атмосферного давления. Эти температуры значительно ниже температур размягчения и плавления ПП и ПЭТФ: у ПП температура размягчения составляет 95–100°C, плавления – ~ 170°C; у ПЭТФ температура размягчения — 160–190°C; температуры плавления – ~ 260°C [5]. Наблюдаемое плавление поверхностного слоя ПП может быть связано с локальным, точечным разогревом отдельных микроучастков полимера вследствие указанных выше причин до температур, близких к температуре плавления, а измерение температуры термопарой дает некое усредненное значение, которое значительно ниже, чем реальное в отдельных точках поверхности.

Увеличение концентрации кислородсодержащих функциональных групп в поверхностном слое полимера, рост шероховатости поверхности при модифицировании полимеров как в плазме пониженного давления, так и в послесвечении тлеющего разряда атмосферного давления приводит к улучшению смачиваемости поверхности пленок (рис. 4). В результате обработки наблюдается снижение краевых углов смачивания и рост поверхностной энергии образцов (табл. 2).

Для обоих полимеров достигаемые значения поверхностной энергии при разных способах обработки близки. Более значительный вклад в рост поверхностной энергии дает ее полярная составляющая, величина которой в результате обработки при атмосферном давлении больше, чем при пониженном. Как было показано выше по результатам ИК спектроскопии, количественное соотношение функциональных групп в поверхностном слое полимеров после модифицирования при атмосферном и пониженном давлении различно. Возможно, в первом случае, выше доля тех кислородсодержащих групп, которые имеют больший дипольный момент, что приводит к более сильному полярному взаимодействию. Вместе с этим более высокие потоки активных частиц плазмы при атмосферном давлении могут провести в целом к более высокой концентрации функциональных групп на поверхности полимеров.

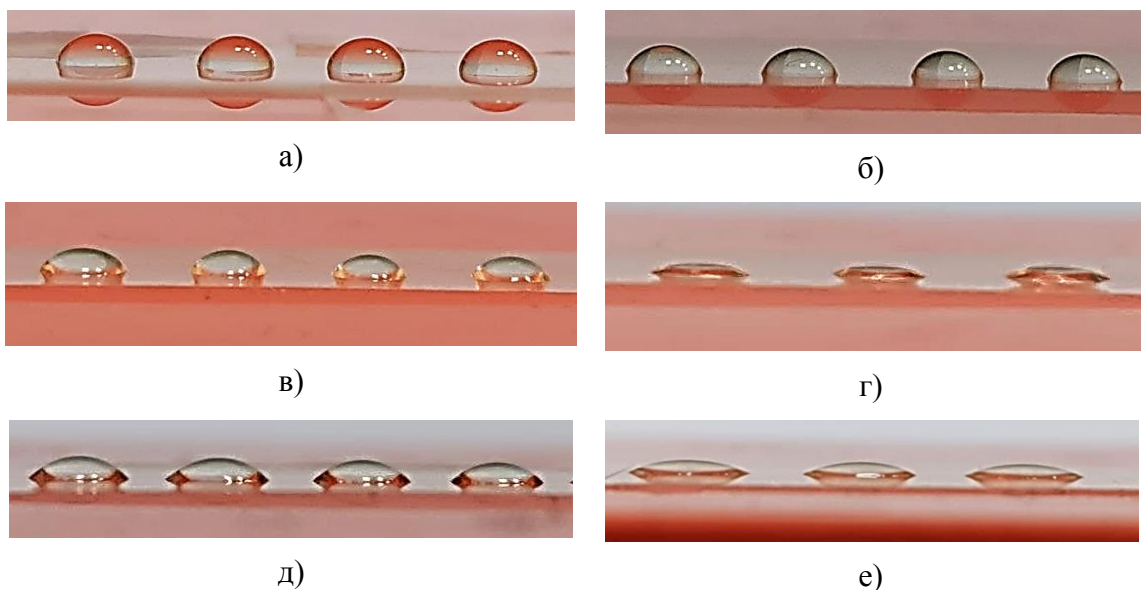


Рис. 4. Фото капли воды на пленках ПП (а, в, д) и ПЭТФ (б, г, е).

а), б) – исходные образцы; в), г) – образцы, обработанные в плазме пониженного давления; д), е) - образцы, обработанный в послесвечении разряда атмосферного давления

Таблица 2. Углы смачивания и поверхностная энергия пленок полимеров

Условия обработки полимера	Краевой угол смачивания				σ^d , мДж/м ²		σ^p , мДж/м ²		σ , мДж/м ²	
	Вода		Глицерин		ПП	ПЭТФ	ПП	ПЭТФ	ПП	ПЭТФ
	ПП	ПЭТФ	ПП	ПЭТФ						
Исходный	96±3	69±4	88±4	62±2	12,3	18,8	7,4	18,6	19,7	37,4
Послесвечение разряда атмосферного давления	46±2	24±1	48±2	41±7	15,7	10,8	35,9	54,8	51,6	65,6
Плазма пониженного давления	54±3	24±3	44±3	23±3	26,9	22,7	24,3	44,6	51,2	67,3

Таким образом, модифицирование ПП и ПЭТФ с использованием разрядов в воздухе при атмосферном и пониженном давлении приводит к образованию на поверхности полимеров новых кислородсодержащих групп, росту шероховатости поверхности и улучшению ее смачиваемости. Количественное соотношение различных функциональных групп и вид микрорельефа поверхности при этих двух видах обработки различны.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцева П.А., Смирнов С.А. Низкотемпературная плазма как высокоэффективный источник активных частиц // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Актуальные вопросы

естествознания", 26 марта 2021 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 25 – 32.

2. *Петров А.Е., Титов В.А., Смирнов С.А.* Концентрация атомов кислорода в тлеющем разряде атмосферного давления в воздухе // Известия высших учебных заведений. Сер. Химия и химическая технология, 2013, т.56, вып. 2, С. 80-84.

3. *Рыбкин В.В., Титов В.А.* Кинетика и механизмы взаимодействия окислительной плазмы с полимерами // Энциклопедия низкотемпературной плазмы, серия Б, т. VIII – 1, с. 130 – 170.

4. *Шикова Т.Г.* Сравнение результатов модифицирования пленок ПЭТФ в плазме пониженного давления и послесвечения разряда атмосферного давления в смеси аргон-кислород // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 31 марта 2022 года / – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 252 – 259.

5. Энциклопедия полимеров. – М.: "Советская энциклопедия". – 1977. – т. 3.

УДК 66.974.434

А. С. Шуваева

Ивановский государственный химико-технологический университет

ФОРМИРОВАНИЯ СИЛИКАТНЫХ ОБОЛОЧЕК НА ПОВЕРХНОСТИ ГРАНУЛ КАРБАМИДА В ТАРЕЛЬЧАТОМ ГРАНУЛЯТОРЕ И АППАРАТЕ КИПЯЩЕГО СЛОЯ

Аннотация: представлены результаты математического моделирования и экспериментальных исследований процесса массопереноса целевого компонента через силикатные оболочки капсулированного удобрения, полученного в тарельчатом грануляторе и аппарате кипящего слоя.

Ключевые слова: капсулирование, математическое моделирование, аппарат кипящего слоя, тарельчатый гранулятор.

A. S. Shuvaeva

STUDY OF THE FIRE HAZARD INDICATORS OF THE K-FONIK P SOUND-ABSORBING MATERIAL IN ITS STATE AND AFTER TREATMENT WITH THE OGRAKS-V-SK FIRE PROTECTIVE COMPOSITION

Abstract: the results of mathematical modeling and experimental studies of the process of mass transfer of the target component through silicate shells of encapsulated fertilizer obtained in a pan granulator and a fluidized bed apparatus are presented.

Keywords: encapsulation, mathematical modeling, fluidized bed apparatus, pan granulator.

Методы инкапсуляции активно используются в различных сферах производства, химической и сельскохозяйственной промышленности, фармацевтике. Инкапсуляция (от лат. *capsula* — коробочка) — помещение мельчайших частиц плотного вещества, гранул, различных жидкостей в прочную оболочку с установленными характеристиками (проницаемость, температура плавления, растворимость и другие) [1].

Карбамид (мочевина) является одним из эффективных азотных удобрений, получаемый синтезом из аммиака и диоксида углерода при высоких давлениях и температуре. При нормальных условиях хранения слеживаемость гранулированного удобрения мала, сохраняется нормальная рассеиваемость. В почве под влиянием уробактерий, выделяющих фермент уреазу, мочевина за 2–3 дня аммонифицируется с образованием карбоната аммония и возможны потери азота вследствие улетучивания аммиака, легко разлагающегося в воздухе.

В данной работе рассматривается получение медленнодействующих азотных удобрений на основе мочевины, инкапсулированной силикатом кальция с введением в пленочное покрытие ингибитора уреазной активности (гумата калия/натрия с микроэлементами).

Капсулирование осуществляется в тарельчатом грануляторе [2]. Отверждение пленки происходит за счет испарения влаги под действием термообработки с помощью инфракрасного излучения. Капсула из силиката кальция формируется путем одновременного распыливания водных растворов силиката натрия и хлорида кальция. Также процесс получения капсулированных гранул осуществлялся в аппарате кипящего слоя [3].

Добавление в силикатную пленку гумата приводит к повышению ингибирования уреазной активности почвы в несколько раз. При изучении кинетики растворения установлено, что капсулирование в силикатные оболочки с ингибиторами значительно снижает скорость высвобождения мочевины. Применение капсулированной мочевины с ингибиторами уреазной активности также уменьшает концентрацию нитратного азота в корнях по сравнению с некапсулированной мочевиной и способствует увеличению содержания водорастворимых углеводов. Таким образом, капсулирование мочевины, особенно с введением в композицию ингибиторов позволяет более равномерно обеспечивать растения азотом в течение вегетационного периода.

В результате экспериментальных исследований выявлены значения режимно-технологических параметров, обеспечивающих устойчивое протекание процесса капсулирования без агломерации обрабатываемых частиц.

Экспериментальные исследования кинетики растворения капсулированных материалов осуществлялись в лабораторных условиях. Навеска гранул помещалась в кювету, которая в свою очередь погружалась в стеклянную ячейку, заполненную дистиллированной водой. Концентрация растворенного вещества определялась через установленные промежутки времени рефрактометрическим методом.

Замедление скорости выделения активного вещества характеризуют кривые изменения концентрации вещества в растворе от времени растворения инкапсулированных гранул карбамида (рис. 1–2), полученные при различных составах, массах нанесенных оболочек и в различных типах аппаратов. Вначале процесса вымывания происходит набухание силикатной пленки за счет пропитки ее растворителем, одновременно растворяется поверхность твердой фазы, которая диффундирует через пленку. Затем идет растворение силикатной оболочки и твердой

фазы, наблюдается диффузия компонента к внутренней поверхности пленки. Когда силикатная пленка в результате растворения полностью исчезнет, твердая фаза растворяется уже при непосредственном контакте с растворителем.

Капсулированные гранулы, полученные в тарельчатом грануляторе позволили снизить скорость высвобождения вещества в 7–9 раз, в аппарате кипящего слоя в 15–17 раз при одинаковых составах оболочек.

Разработано математическое описание процесса растворения капсулированных гранул карбамида, то есть массопереноса вещества (карбамида) через силикатные оболочки с хлористым кальцием и гуматом [4].

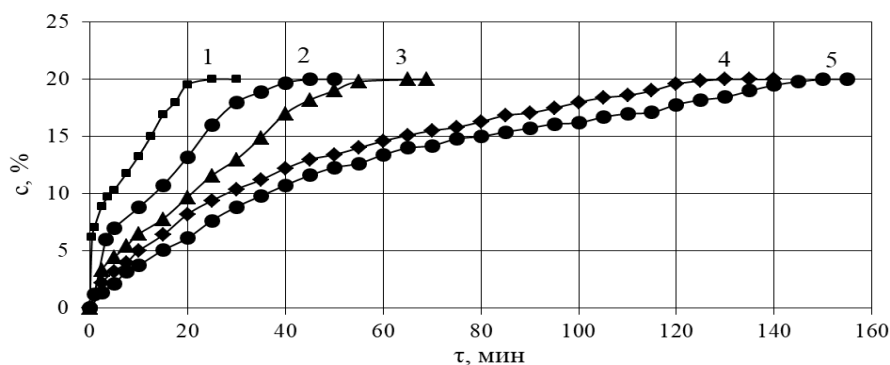


Рис. 1. Зависимость изменения концентрации вещества в растворе от времени растворения инкапсулированных гранул карбамида, полученных в тарельчатом аппарате при различных относительных массах оболочки:

- 1 – чистый карбамид; 2 – 6% силикат натрия, 1% гумат; 3 – 6% силикат натрия, 1% хлорид кальция, 1% гумат; 4 – 11% силикат натрия, 6% хлорид кальция; 5 – 10% силикат натрия, 14% хлорид кальция

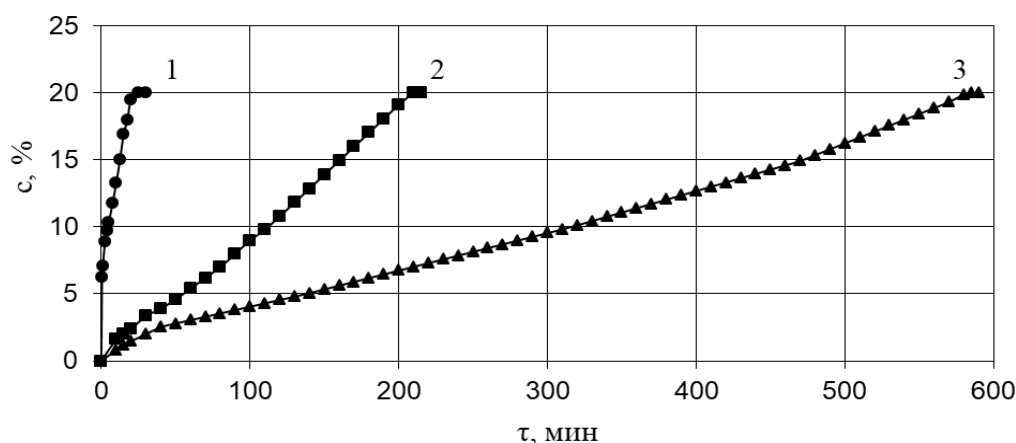


Рис. 2. Зависимость изменения концентрации вещества в растворе от времени растворения инкапсулированных гранул карбамида, полученных в аппарате кипящего слоя при различных относительных массах оболочки:

- 1 – чистый карбамид; 2 – 7,5% силикат натрия, 7,5% хлорид кальция; 3 – 5% силикат натрия, 2% хлорид кальция

Масса вещества после набухания оболочки

$$m_m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_m + \frac{4}{3}\pi (R^3 - r^3) \rho_n, \quad (1)$$

где ρ_T - плотность частицы карбамида, кг/м³; R - исходный радиус частицы карбамида, м; ρ_n - плотность насыщенного раствора, кг/м³.

Концентрация вещества в растворе рассчитывается по формуле:

$$c = \frac{4\pi(R^3 - r^3)(\rho_T - \rho_n)}{3W}, \quad (2)$$

где W - объем жидкости, м³.

Текущий радиус частицы в процессе растворения:

$$\frac{dr}{d\tau} = - \frac{R^2(c_s - c)}{r^2(\rho_T - \rho_n)[\beta^{-1} + (R - r)D_1^{-1} + \delta D_2^{-1}]}, \quad (3)$$

где C_s - концентрация вещества на поверхности частицы, кг/м³; β - коэффициент массоотдачи, м/с; D_1 - коэффициент диффузии вещества в растворе внутри капсулы, м²/с; D_2 - коэффициент диффузии вещества через оболочку, м²/с.

При условии, что $r=0$ изменение массы вещества определяется:

$$\frac{dm_m}{d\tau} = - \frac{4\pi R^2(c_R - c)}{\beta^{-1} + R \cdot D_1^{-1} + \delta \cdot D_2^{-1}} \quad (4)$$

Концентрация вещества внутри капсулы рассчитывается:

$$c_R = \frac{3 \cdot m_m}{4 \cdot \pi \cdot R^3} \quad (5)$$

Концентрация вещества в растворе:

$$c = \frac{m_{MH} - m_m}{W}, \quad (6)$$

где m_{MH} - исходное значение массы частицы.

Проведенные исследования показали возможность формирования силикатных оболочек с добавлением ингибиторов на поверхности частиц гранулированного карбамида в тарельчатом грануляторе и аппарате кипящего слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Менишутина Н.В. Технологии инкапсуляции // Фармацевтические технологии и упаковка. - 2014. - № 3. - С. 44 - 47.
2. Степанов В.В. Капсулирование минеральных удобрений в тарельчатом грануляторе / А.В. Одинцов, А.Г. Липин, В.В. Степанов // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. Иваново, 2009. №4. С. 64 - 68.
3. Овчинников Л.Н., Липин А.Г. Капсулирование минеральных удобрений во взвешенном слое: монография. Иваново: ИГХТУ, 2011. - 140 с.
4. Кафаров В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: учеб. пособие для вузов / В.В. Кафаров, М.Б. Глебов. - М.: Высш. школа, 1991. - 400 с.

УДК 66.022.387

А. Ю. Юсубов, Д. Г. Снегирев, Ж. Ф. Гессе, Е. П. Гришина, Н. Ш. Лебедева
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОБЛЕМЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ, ОБРАБОТАННОЙ АНТИПИРЕНАМИ

Аннотация: рассмотрены проблемы, возникающие в процессе эксплуатации изделий из древесины, подвергнутой обработке водными растворами антипиренов – неорганических солей.

Ключевые слова: древесина, антипирены, растворы неорганических солей, обработка древесины, проблемы.

A. Yu. Yusubov, D. G. Snegirev, Zh. F. Gesse, E. P. Grishina, N. Sh. Lebedeva

PROBLEMS DURING OPERATION OF PRODUCTS FROM WOOD TREATED WITH FRAME RETARDANTS

Abstract: the problems that arise during the treatment of wood products impregnated with aqueous solutions of flame retardants – inorganic salts are considered.

Keywords: wood, flame retardants, solutions of inorganic salts, wood treatment, problems.

Огнезащитная обработка является обязательной для строительных пиломатериалов, которые используются для деревянного домостроения, составляют значительную долю конструктивных деревянных элементов для зданий и сооружений. Огнезащита изделий из древесины осуществляется с использованием специальных средств, представляющих собой огнезащитные лаки, краски, пасты, обмазки (для поверхностной обработки) и пропиточные растворы (для поверхностной и глубокой обработки) [1, 2]. Химические вещества, применяемые в составе огнезащитных средств, обеспечивают снижение скорости прогрева (вспучивающиеся

покрытия) и изменение механизма термодеструкции защищаемого материала с увеличением доли коксового остатка, снижению выхода горючих газов, а также ингибирование горения в газовой и конденсированной фазе (антипирены) [3].

В работе [4] отмечено, что химические вещества, используемые во вспучивающихся антипиренах, подразделяются на три группы в зависимости от способа их действия: образующие обугливание (обычно гидраты углерода, например, сахара, крахмал, многоатомные спирты); усиливающие вспучивание (например, дициандиамида, меламина, гуанидина и мочевины); усиливающие дегидратацию и этерификацию (это обычно те же, что и вещества, влияющие на пиролиз, т. е. фосфаты и соединения бора). В дополнение к их свойству вспучивания требуется, чтобы эти вещества образовывали негорючие продукты сгорания (например, CO_2 , H_2O и NH_3).

В качестве аддитивных (физически смешанных) антипиренов используют простые соли (моно- и диаммонийфосфат, аммоний полифосфат, фторборат и хлорид аммония, хлорид цинка), гидроксиды алюминия и магния, оксид сурьмы, соединения бора (борную кислоту, тетраборат натрия, борат цинка, борат аммония, этил- и метилбораты), аминосмолы и др. Также применяют реактивные (химически связанные) антипирены – производные многоатомных спиртов, такие, как галоген-фосфорные полиолы, хлорированные бисфенолы и хлорированные неопентилгликоли, различные галогенированные метаны и этаны и др. [5].

Очевидно, что многие из перечисленных химических веществ, особенно хлорсодержащие органические соединения, представляют экологическую опасность как в процессе обработки древесины, так и при ее последующей эксплуатации и утилизации. Поэтому возрастает интерес к применению в качестве антипиренов недорогих, доступных и сравнительно простых в применении нетоксичных/малотоксичных неорганических соединений и их смесей, в частности, фосфатов (и H_3PO_4), боратов (и H_3BO_3), силикатов, сульфатов, хлоридов и др. [6-11]. Отмечается, что кислотные антипирены катализируют дегидратацию и деполимеризацию целлюлозы с образованием большего количества полукокса и меньшего количества легко воспламеняющихся летучих веществ [12].

Вместе с тем, анализ проведенных исследований показал, что применение неорганических антипиренов имеет ряд недостатков и проблем, обусловленных физико-химическими свойствами применяемых соединений и особенностями их взаимодействия с целлюлозой и другими материалами. Некоторые из этих проблем приведены ниже.

(1) Ухудшение внешнего вида изделий. Применяемые неорганические соединения хорошо растворимы в воде, и в виде водных растворов могут мигрировать в древесине при воздействии колебаний относительной влажности и температуры окружающей среды. Возможно изменение цвета обработанной древесины, кристаллизация солей на поверхности древесины, что вызывает различные проблемы – от снижения эстетической ценности до технических трудностей, связанных с применением красок и клеев [13, 14].

(2) Высокая гигроскопичность обработанных изделий из дерева. Применяемые огнезащитные соли гигроскопичны и способствуют поддержанию высокой влажности обработанных изделий, причем этот эффект усиливается с увеличением относительной влажности и температуры окружающей среды, что может привести к развитию грибкового поражения древесины, особенно при применении N-P-содержащих солей, являющихся питательной средой для развития

дереворазрушающих грибков [13, 15]. Древесина, обработанная с использованием неорганических водорастворимых солей, не рекомендуется для наружного применения, если не может быть адекватно защищена водоотталкивающим покрытием [16].

(3) Коррозия металлических креплений в течение срока службы деревянного изделия возникает при использовании кислот, кислотных, щелочных или хлоридсодержащих солей в условиях повышенной влажности и температуры. В свою очередь, продукты коррозии могут портить древесину, так как рядом с корродирующим металлом происходит подкисление, либо подщелачивание древесины, что вызывает ее деградацию [13, 16].

(4) Выщелачивание неорганических соединений из древесины (характерно для соединений бора, N-P-содержащих солей), приводящее к снижению огнестойкости обработанного материала [9, 14]. Непрерывное воздействие на древесину, обработанную водорастворимыми солями, в условиях относительной влажности выше 80 % может привести к потере химикатов и неблагоприятному воздействию на стабильность размеров древесины и лакокрасочное покрытие [16].

(5) Снижение механической прочности изделий. Большинство огнестойких обработок значительно снижают прочность и жесткость обработанной древесины [12, 13]. Модуль разрыва (MOR) и модуль упругости (MOE) обычно ниже для древесины, обработанной антипиреном с последующей сушкой при температурах выше 65°C. Однако деградация и связанная с этим потеря прочности происходят, но медленнее, и при нормальных температурах. Кроме того, помимо потери прочности из-за камерной сушки, прогрессирующая потеря прочности обработанных деревянных элементов может быть вызвана кислотным разложением древесины под действием применяемых химикатов для обработки [16].

Таким образом, обработка древесины антипиренами – неорганическими солями, имея такие достоинства, как высокая эффективность, относительно низкая стоимость, умеренная токсичность, простота приготовления и использования рабочих растворов, приводит к возникновению ряда проблем, возникающих в процессе эксплуатации обработанных изделий, которые следует учитывать при проектировании деревянных конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 53292-2009. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний. М.: Стандартинформ. 2019. 19 с.
2. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 58965-2020. Защита древесины сквозной пропиткой. Технические условия. М.: Стандартинформ. 2020. 12 с.
3. Способы и средства огнезащиты древесины: Руководство. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИПО, 1999. 50 с
4. Improving fire performance of wood. Режим доступа: <http://virtual.vtt.fi> (дата обращения 20.03.2023).
5. *Russell L.J., Marney D.C.O., Humphrey D.G., Hunt A.C., Dowling V.P., Cookson L.J.* Combining fire retardant and preservative systems for timber products in exposed applications – state of the art review / Forest and Wood Products Research and Development Corporation. Project no: PN04.2007. 2007. 40 p.

6. *Son D.W., Kang M.R., Kim J.I., Park S.-B.* Fire Performance of the Wood Treated with Inorganic Fire Retardants // *J. Korean Wood Sci. & Tech.* 2012. V. 40. № 5. p. 335-342.
7. *Wang F., Wang Q., Wang X.* Progress in Research on Fire Retardant – Treated Wood and Wood-Based Composites: A Chinese Perspective // *Forest Products J.* 2010. V. 60. № 7/8. p. 668-679.
8. *Pondelak A., Škapin A.S., Knez N., Knez F., Pazlar T.* Improving the flame retardancy of wood using an eco-friendly mineralisation process // *GreenChem.* 2021. V. 23. p. 1130-1135.
9. *Vargun E., Baysal E., Turkoglu T., Yuksel M., Toker H.* Thermal degradation of oriental beech wood impregnated with different inorganic salts // *Maderas. Ciencia y tecnología.* 2019. V. 21. № 2. p. 163-170.
10. *Lowden L.A., Hull T.R.* Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction // *Fire Science Reviews.* 2013. V. 2. № 4. 19 p.
11. *Popescu C.-M., Pfriem A.* Treatments and modification to improve the reaction to fire of wood and wood based products – An overview // *Fire and Materials.* 2019. V. 43. p. 100-111.
12. *LeVan S.L., Winandy J.E.* Effects of fire retardant treatments on wood strength: a review // *Wood and Fiber Science.* 1990. V. 22. № 1. p. 113-131.
13. *Ostman B., Voss A., Hughes A., Hovde P.J., Grexa O.* Durability of Fire Retardant Treated Wood Products at Humid and Exterior Conditions. Review of literature // *Fire Mater.* 2001. V. 25. p. 95-104.
14. *Chu D., Mu J., Zhang L., Li Y.* Promotion effect of NP fire retardant pre-treatment on heat-treated poplar wood. Part 1: color generation, dimensional stability, and fire retardancy // *Holzforschung.* 2017. V. 71. № 3. p. 207-215.
15. *Zhou Z., Yao X., Du C., Yu H., Huang Q., Liu H.* Effect of hygroscopicity of fire retardant on hygroscopicity of fire retardant bamboo chips // *Wood Research.* 2018. V. 63. № 3. p. 373-381.
16. *Holmes C.A.* Effect of Fire-Retardant Treatments on Performance Properties of Wood // In: *ACS Symposium Series 43. Chapter 6: «Wood technology: Chemical aspects»* / I.S. Goldstein, ed. American Chemical Society, Washington, D.C. 1977. pp. 82-106.

РАЗДЕЛ 2

БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ЧЕЛОВЕК

УДК 504.064.4; 658.567

Н. М. Аванесян¹, О. В. Агеева², Т. А. Куляёва²

¹Ульяновский государственный технический университет

²Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Аннотация: в результате деятельности промышленных производств образуются большие количества различных отходов, требующие их утилизации. Существующие методы обезвреживания отходов очень многочисленны. В данной работе рассмотрен метод и процессы плазмохимического обезвреживания жидких отходов, преимущества и недостатки данного метода.

Ключевые слова: экологическая безопасность, обезвреживание, утилизация отходов, плазматрон, плазменная обработка.

N. M. Avanesyan, O. V. Ageeva, T. A. Kulyaeva

NEUTRALIZATION OF LIQUID PRODUCTION WASTE BY PLASMA CHEMICAL METHOD

Annotation: as a result of the activities of industrial production, large amounts of various wastes are generated that require their disposal. The existing methods of waste disposal are very numerous. This article discusses the method and processes of plasma chemical neutralization of liquid waste, advantages and disadvantages of this method.

Keywords: ecological safety, waste treatment, waste recycling, plasmatron, plasma treatment.

Современное промышленное производство является источником образования значительного количества жидких отходов, содержащих органические вещества различного состава. Высокотоксичные химические реактивы, эмульсии, жиры, смазочные вещества, масла представляют собой серьезную угрозу для природных экосистем при их попадании в окружающую среду (ОС). В связи с этим актуальными остаются вопросы утилизации таких отходов экологическими и экономическими приемлемыми методами.

В последнее время в отечественной и зарубежной технической литературе появилось достаточно информации об использовании для обезвреживания промышленных отходов с применением плазменных источников энергии в оборудовании высокотемпературной переработки отходов [1-3]. Однако в мире насчитывается ограниченное количество реально действующих плазменных

установок [4], так как эффективное повсеместное внедрение плазменных технологий требует оптимальных решений с учетом критериев безопасности, качества достигаемого результата, а также производительности и рентабельности процессов утилизации.

Плазмохимический метод является альтернативным способом термического обезвреживания отходов в высокотемпературных печах. В качестве плазменного источника энергии применяют генератор низкотемпературной плотной плазмы – плазматрон. При температурах плазменной струи (до 20 тыс. К) происходит глубокая деструкция веществ, входящих в состав отходов, которая в значительной степени эффективнее по сравнению с физико-химическими и биологическими методами обезвреживания отходов. Кроме того, плазменные технологии уничтожения отходов являются универсальными и позволяют ликвидировать отходы практически любого химического состава и агрегатного состояния.

Основные этапы обезвреживания жидких отходов плазмохимическим методом можно рассмотреть на примере установки, спроектированной проектным институтом «Промгражданпроект» и ОАО «ДААЗ» (г. Ульяновск) (табл.). Данная установка, производительностью 50 кг/ч жидких отходов функционирует с 2004 года и изначально предназначена для утилизации хлорорганических жидких отходов (трихлорэтилена).

**Таблица. Основные этапы обезвреживания жидких отходов
плазмохимическим методом**

№ этапа	Характеристика процессов	Примечание
1.	В отделении приема сырья происходит предварительное смешивание различных жидких промышленных отходов в резервуаре перед подачей смеси для сжигания отходов.	Химические отходы производства, отходы масел, эмульсий, смазочных веществ, жиров.
2.	В отделении сжигания отходов в печи жидкие отходы распыляются форсункой с помощью сжатого воздуха, поступающего из воздухоподогревателя и сгорают в потоке воздушной плазмы, образующейся в плазматроне.	Для поддержания горения в печь сжигания и печь дожига подаётся атмосферный воздух одним и тем же компрессором.
3.	Дожигание горючих газов, образующихся при сжигании жидких отходов, происходит в печах дожига в потоке плазмы плазматрона. В процессе дожига газов ($T=900-1000^{\circ}\text{C}$) образуются продукты полного окисления при избытке кислорода.	
4.	В отделении охлаждения газообразные продукты горения, образующиеся в процессах дожига, охлаждаются в смесителе (путём впрыска через форсунку) обратной водой.	Температура продуктов горения снижается до 90°C .
5.	В отделении нейтрализации газы с наличием паров хлороводорода из смесителя поступают в абсорбционную колонну, заполненную кольцами Рашига, для поглощения паров хлороводорода потоком прямой обратной воды.	Раствор соляной кислоты (1-2 %) собирается в гидрозатвор колонны и нейтрализуется раствором едкого натрия (5%). Продукт нейтрализации

№ этапа	Характеристика процессов	Примечание
		(раствор хлорида натрия) поступает на очистные сооружения завода ДААЗ.
6.	В отделении глубокой очистки газов газообразные продукты направляются в центробежно-барботажный аппарат для доочистки от паров хлороводорода за счёт нейтрализации раствором едкого натрия, постоянно подаваемого циркуляционными насосами в вихревую камеру.	Очищенный газ, содержащий продукты полного окисления исходных веществ, выводят в ОС через трубу рассеивания.

Основным достоинством технологий плазменной утилизации отходов является универсальность, позволяющая ликвидировать практически любые жидкие отходы. Другим их преимуществом является то, что обезвреживание происходит в окислительной или восстановительной среде с подачей воздуха, кислорода и других газов, за счет чего возникает возможность регулирования параметров среды с целью эффективного воздействия на конкретное утилизируемое вещество (в том числе суперэкотоксикантов). Дожигание отходящих газов происходит в плазмотермическом реакторе. На выходе образуются газы, не требующие дополнительной очистки, и незначительный по объему шлаковый остаток (зола). Для поддержания установки в рабочем состоянии необходимо минимум персонала. Однако имеются ряд ощутимых недостатков: значительное электропотребление, необходимое для эксплуатации плазменного генератора и большие площади, отводимые под сооружения плазменных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анахов С.В., Пыкин Ю.А.* О методах плазменной инсинерации в технологиях утилизации и обезвреживания отходов// Аграрный вестник Урала. 2017. № 07 (161). С.46-50.
2. *Анахов С.В.* Принципы и методы проектирования плазмотронов: монография. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2018. 165 с.
3. Об утверждении информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами», утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 23 декабря 2020 г. № 2181.
4. *Шарина И.А., Перепечко Л.Н., Аньшаков А.С.* Перспективы использования плазменной технологии для переработки/уничтожения техногенных отходов// ЭКО. 2016. №12. С.28-35.

УДК 614.78

*А. М. Арсланов, В. Н. Копчёнов, В. С. Гончаренко, А. Г. Фирсов,
Е. С. Преображенская*
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ОБСТАНОВКА С ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМИ СИТУАЦИЯМИ БИОЛОГО–СОЦИАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация: статья посвящена проблеме возникновения чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера и их последствий. Анализируются статистические данные по числу чрезвычайных ситуаций, количеству пострадавших людей.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, биолого–социальная чрезвычайная ситуация, количество пострадавших, силы и средства, эпидемия, эпизоотия, эпифитотия.

*A. M. Arslanov, V. N. Kopchenov, V. S. Goncharenko, A. G. Firsov,
E. S. Preobrazhenskaya*

SITUATION WITH EMERGENCIES OF A BIOLOGICAL AND SOCIAL NATURE ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract: the article is devoted to the problem of occurrence of emergency situations of a biological and social nature and their consequences. Statistical data on the number of emergencies, the number of affected people are analyzed.

Keywords: emergency, biological and social emergency, number of victims, forces and means, epidemic, epizootic, epiphytobia.

Чрезвычайные ситуации (далее – ЧС) в Российской Федерации сегодня подразделяются на техногенные и природные ЧС [1]. В природные ЧС составной частью входят биолого-социальные ЧС. Суммарная доля биолого-социальных ЧС за последние пять лет (2018-2022 гг.) составила около 15 % от общего количества зарегистрированных ЧС. Под биолого-социальной ЧС понимается обстановка в результате распространения опасных инфекционных заболеваний у людей, сельскохозяйственных животных и растений. Как правило, данные ЧС сопровождаются нарушением жизнедеятельности населения, гибелью скота и растений. Согласно документов [1–2] отнесение того или иного события к ЧС связанного с биологической опасностью и осуществляется на основании соответствующих решений Роспотребнадзора и Россельхознадзора в пределах их компетенции.

Распределение количества биолого–социальных ЧС в сравнении с общим количеством ЧС на территории Российской Федерации за период с 2018 по 2022 гг. представлено на рис. 1. Статистическая информация о ЧС подготовлена в соответствии с приказом МЧС России [3]. Анализ статистических данных представленных на рис. 1 показывает, что в 2018 г. отношение числа биолого–социальных ЧС (32 ед.) к общему числу ЧС за год (266 ед.) составляло 12,0 %. В 2019 г. это соотношение составляло 5,6 %, в 2020 г. – 18,1 %, в 2021 г. – 22,3 %, в 2022 г. – 9,4 %.

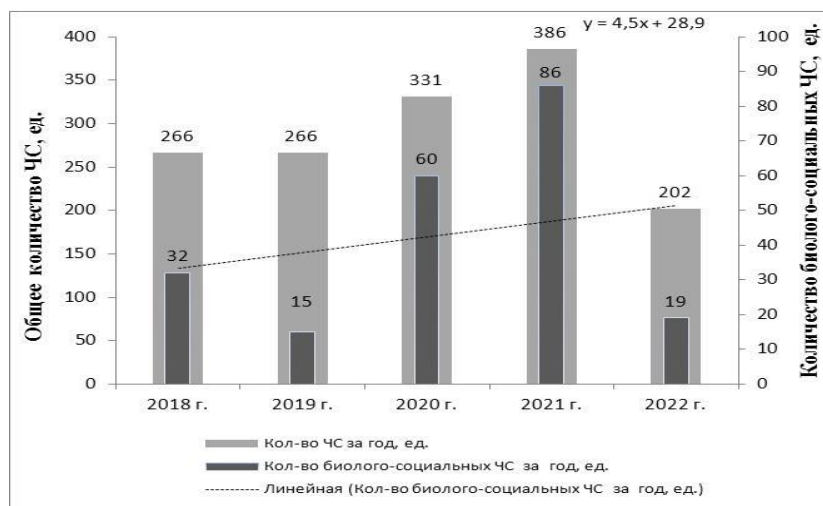


Рис. 1. Распределение количества биолого-социальных ЧС в Российской Федерации за период 2018–2022 гг.

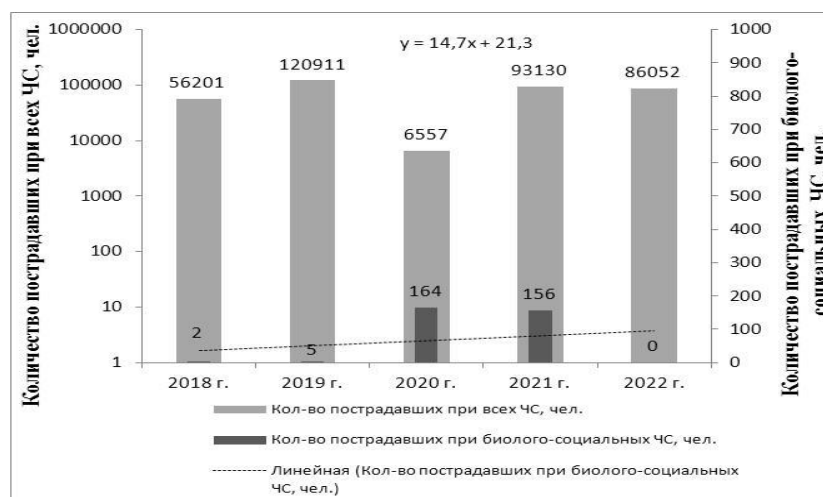


Рис. 2. Распределение количества людей пострадавших при биолого–социальных ЧС в Российской Федерации за 2018–2022 гг.

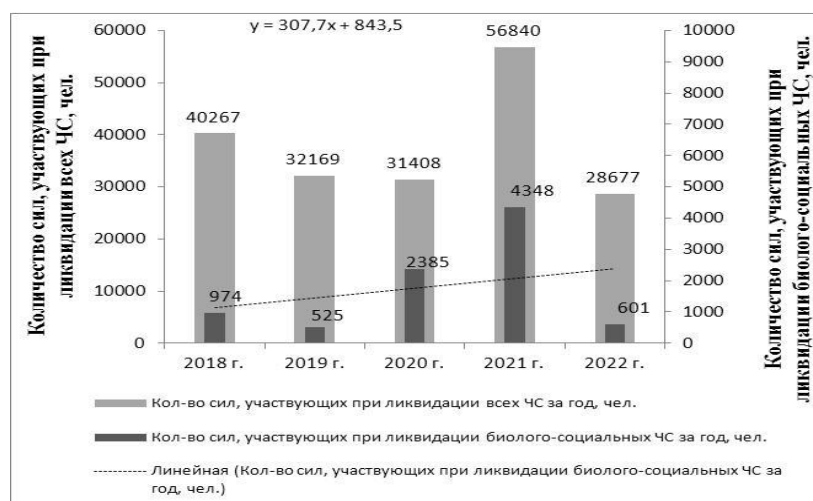


Рис. 3. Распределение количество сил, участвовавших в ликвидации последствий биолого–социальных ЧС в Российской Федерации за 2018–2022 гг.



Рис. 4. Распределение количество средств, участвовавших в ликвидации биолого–социальных ЧС в Российской Федерации за 2018–2022 гг.

На рис. 2-4 соответственно приведено распределение количества пострадавших людей при биолого-социальных ЧС, а также сил и средств, участвовавших в ликвидации биолого-социальных ЧС за период с 2018–2022 гг.

Анализ информации, представленный на рис. 1-4 показал, что наибольший рост количества биолого-социальных ЧС и их последствий отмечается в период 2020–2021 гг. Рассмотрим более подробно структуру биолого–социальных ЧС.

Биолого-социальные ЧС подразделяются на эпидемии, эпизоотии, эпифитотии, а также ЧС связанных с появлением и распространением новых видов заболеваний. Под эпидемией понимается массовое распространение инфекционных болезней опасных для здоровья людей, которое прогрессирует в пределах определенной местности и значительно превышает уровень заболеваемости для конкретной территории. Это может быть распространение различных опасных для здоровья людей кишечных инфекций и сибирской язвы. Развитие эпизоотий связано с прогрессирующим массовым распространением инфекционных болезней среди сельскохозяйственных животных в пределах определенной местности и значительно превышающей уровень заболеваемости для конкретной территории. Среди наиболее опасных для сельскохозяйственных животных заболеваний необходимо выделить следующие виды: птичий грипп, африканскую чуму свиней, оспу овец, бешенство и бруцеллез крупного рогатого скота, ящур крупного рогатого скота и свиней. Соответственно под эпифитотий понимается массовое прогрессирующее заболевание растений, которое сопровождается широкомасштабной гибелью сельскохозяйственных культур и значительным снижением их продуктивности [4]. Наиболее опасными для сельскохозяйственных растений являются: непарный шелкопряд, саранча, луговой мотылёк, капустная моль и ивовая златка.

В таблице приведено распределение количества биолого-социальных ЧС за 2018–2022 гг. по обобщенным группам ЧС: эпизоотии и инфекционная заболеваемость сельскохозяйственных животных; инфекционная заболеваемость людей; поражение сельскохозяйственных растений вредителями и насекомыми.

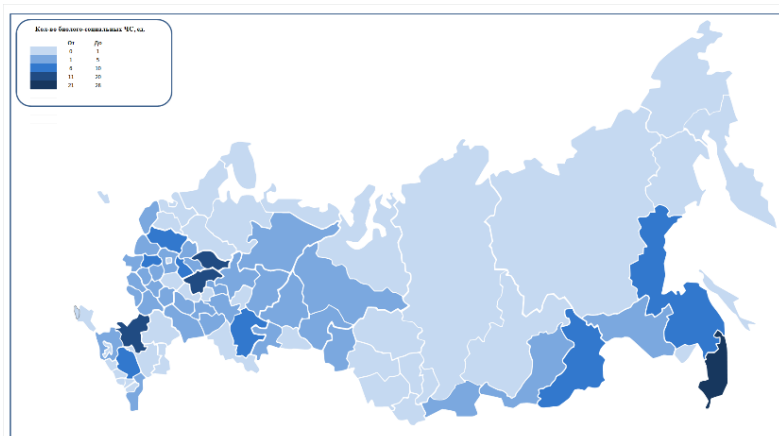
Анализ статистических данных, представленных в таблице, показал, что основной прирост показателей характеризующих биолого-социальные ЧС в 2020–2021 гг. связан с ростом заболеваемости сельскохозяйственных животных

африканской чумой свиней. Наибольшее количество ЧС накопленным итогом за пять лет, связанных с африканской чумой, отмечается в следующих субъектах России: Приморский край (26 ед.), Хабаровский край (9 ед.), Нижегородская область (9 ед.), Калужская область (8 ед.), Владимирская область (6 ед.), Костромская область (5 ед.).

Таблица. Распределение количества биолого-социальных ЧС за 2018–2022 гг.

Наименование источника ЧС	Период статистического наблюдения				
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	2	3	4	5	6
Группа: эпизоотии и инфекционная заболеваемость сельскохозяйственных животных					
Птичий грипп	6	1	9	9	2
Африканская чума свиней	16	8	45	65	17
Оспа овец	1	1	3	4	0
Бешенство крупного рогатого скота	2	0	0	3	0
Бруцеллез крупного рогатого скота	0	1	0	0	0
Ящур крупного рогатого скота	2	1	1	0	0
Ящур свиней	0	2	0	0	0
Итого по группе	27	14	58	81	19
Группа: инфекционная заболеваемость людей					
Кишечная инфекция	0	0	0	1	0
Сибирская язва	1	1	0	1	0
Итого по группе	1	1	0	2	0
Группа: поражение сельскохозяйственных растений вредителями и насекомыми					
Непарный шелкопряд	0	0	1	1	0
Саранча	3	0	0	1	0
Луговой мотылёк	0	0	0	1	0
Капустная моль	1	0	0	0	0
Ивовая златка	0	0	1	0	0
Итого по группе	4	0	2	3	0
Всего по России	32	15	60	86	19

На рис. 5 приведено распределение суммарного количества биолого-социальных ЧС по субъектам Российской Федерации за период с 2018 по 2022 гг. Анализ статистических данных указывает на неравномерное распределение количества биолого-социальных ЧС на территории Российской Федерации. Наибольшее количество ЧС данного вида отмечается в субъектах РФ территориально расположенных на юге Дальневосточного федерального округа, на территории Приволжского и частично Уральского, Центрального и Южного федеральных округов. Статистический анализ показал, что в Костромской области, Нижегородской области, Приморском крае и Ростовской области суммарное количество биолого-социальных ЧС за пять исследуемых лет составляет от 10 до 28 ед.



УДК 614.78

М. Е. Бабич¹, Е. В. Бабич²

¹Дальневосточная пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России им. героя России Е.Н. Зиничева

²ФГКУ 1477 военно-морской клинический госпиталь МО РФ

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Аннотация: совершенствование знаний по защите от СВЧ излучений, обсуждается в качестве важного условия минимизаций тяжести последствий воздействия от электромагнитных полей. Научно-обоснованные базовые исследования об электромагнитных полях и их идентификации рассматриваются, как условия конструктивного поведения при чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: электромагнитное поле, высокочастотное электромагнитное поле, статическое электромагнитное поле, здоровье, удельный коэффициент поглощения.

M. E. Babich, E. V. Babich

THE EFFECT OF HIGH-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS ON THE HUMAN BODY

Abstracts: the improvement of knowledge on protection from microwave radiation is discussed as an important condition for minimizing the severity of the effects of exposure from electromagnetic fields. Scientifically-based basic research on electromagnetic fields and their identification are considered as conditions for constructive behavior in emergency situations.

Keywords: electromagnetic field, high-frequency electromagnetic field, static electromagnetic field, health, specific absorption rate.

Благодаря использованию определенных технологий, например, сети электроснабжения и мобильной связи, в окружающей среде человека генерируются электрические, магнитные и электромагнитные поля. Эти поля могут быть описаны их силой (амплитудой), их колебаниями (длиной волны) и числом колебаний (частотой).

Различают высокочастотные и низкочастотные поля, они, как и оптическое излучение, являются частью неионизирующего излучения. В отличие от ионизирующего излучения, например, рентгеновских лучей, энергии этого излучения недостаточно для электрической зарядки атомов и молекул – для их ионизации. Тем не менее, этот тип облучения может оказывать воздействие на здоровье. Различные концепции служат для защиты от непосредственных опасностей и в качестве меры предосторожности.

Электрические и магнитные поля описывают пространственное распределение силы, которая может воздействовать на электрические заряды и токи. Электромагнитные поля могут создаваться искусственно, но также могут возникать естественным образом в окружающей среде. Они относятся к "неионизирующему излучению". Электромагнитные поля являются частью электромагнитного спектра.

Во всем своем диапазоне спектр простирается от статических электрических и магнитных полей над оптическим излучением до очень энергичного гамма-излучения.

Высокочастотные электромагнитные поля обычно излучаются антенной. В свободном пространстве они распространяются со скоростью света и могут передавать энергию и информацию на большие расстояния в процессе. Это свойство особенно используется в современных коммуникациях, например: для вещания, телевидения, сотовой связи, а также для беспроводных телефонов и беспроводных компьютерных сетей (беспроводная локальная сеть или Wi-Fi).

Радиоприемники на короткие расстояния также используют радиочастотные электромагнитные поля, например, радиомодули стандарта Bluetooth.

Из-за широкого спектра возможностей использования высокочастотных электромагнитных полей в наши дни люди окружены множеством различных передающих устройств, работающих на различных мощностях и частотах передачи. Интенсивность или сила полей определяется либо: в терминах напряженности электрического поля (единица измерения: вольт на метр, В / м), или напряженности магнитного поля (единица измерения: *ампер* на метр, А / м) или в виде плотности потока мощности, единица измерения: ватт на квадратный метр, Вт / м²). Плотность потока мощности — это произведение напряженности электрического и магнитного полей.

По мере удаления от передающего устройства напряженность поля быстро уменьшается. В свободном пространстве плотность потока мощности уменьшается с увеличением квадрата расстояния, то есть при удвоении расстояния она уменьшается до четверти. Поскольку многие антенны излучают с определенными предпочтительными направлениями в зависимости от конструкции, интенсивность в местах, окружающих передатчик, может сильно различаться, несмотря на одинаковое расстояние от источника. Следовательно, только по расстоянию, как правило, нельзя сделать вывод об напряженности поля в данном месте.

Кроме того, высокочастотные электромагнитные поля могут отражаться или поглощаться объектами, расположенными в направлении распространения. Какой механизм преобладает, зависит, среди прочего, от свойств материала конкретного объекта. Следовательно, распространение высокочастотных полей в реальной среде часто заметно отличается от простого случая, описанного выше, - распространения в свободном пространстве.

Высокочастотные электромагнитные поля расположены в электромагнитном спектре в диапазоне частот от 100 килогерц (кГц) до 300 гигагерц (ГГц). Обычно они излучаются антенной и могут передавать энергию и информацию на большие расстояния. Из-за широкого спектра возможностей использования высокочастотных электромагнитных полей, особенно для современной связи (например, радиовещание, телевидение, сотовая связь, беспроводные телефоны, Wi-Fi и Bluetooth) в наши дни люди окружены множеством различных передающих устройств, работающих на разных мощностях и частотах передачи.

Следующее поколение мобильной связи (5G) доступное с 2020 года, самоуправляемые автомобили, голосовые помощники и интеллектуальные холодильники - это лишь несколько примеров того, как можно использовать более высокие скорости передачи данных благодаря новой технологии мобильных телефонов. Однако есть и некоторые опасения. Это включает, в частности, вопрос о том, влечет ли за собой расширение 5G также риск для здоровья. Согласно текущему

состоянию научных знаний, медицинское сообщество, не ожидает негативных последствий для здоровья, но видит некоторые открытые вопросы.

В принципе, необходимо учитывать два аспекта: технические требования (например, мобильные базовые станции и оконечное оборудование), увеличение объемов передачи данных. Многие технические аспекты 5G сопоставимы с предыдущими стандартами мобильной радиосвязи: например, 5G первоначально будет использоваться в полосах частот, в котором мобильная радиосвязь уже работает сегодня (диапазон 2-3,6 ГГц).

Результаты исследований, в которых изучалось возможное воздействие электромагнитных полей мобильной радиосвязи на здоровье, в значительной степени могут быть перенесены на 5G. В научных экспериментах частотный диапазон был намеренно определен широко, в некоторых исследованиях он выходил за пределы диапазонов, используемых в настоящее время для мобильной связи. В пределах допустимых предельных значений для базовых станций мобильной связи и в соответствии с требованиями безопасности продукции для мобильных телефонов, следовательно, нет подтвержденных доказательств вредного воздействия мобильной радиосвязи.

На следующем этапе расширения для 5G также запланированы более высокие частотные полосы в миллиметровом или сантиметровом диапазоне волн (например, в диапазоне 26 ГГц, 40 ГГц или до 86 ГГц). Можно предположить, что в этих частотных диапазонах не следует ожидать воздействия на здоровье ниже существующих предельных значений. Поглощение высокочастотных электромагнитных полей происходит в миллиметровом или сантиметровом диапазоне волн очень близко к поверхности тела. Таким образом, возможны последствия для кожи и глаз; прямого воздействия на внутренние органы ожидать не следует.

Всемирная организация здравоохранения отнесла излучение мобильных устройств к потенциально опасным факторам для человека, но в отсутствие доказательств предложила вводить упреждающие нормы. Так как индустрии нужен был некий инструментальный, понятный параметр, то он появился, хотя назвать его идеальным невозможно. Итак, значение SAR (Specific Absorption Rate) - это удельный коэффициент поглощения, то есть параметр, показывающий, как много энергии электромагнитного поля поглощает тело человека в секунду. Единица измерения SAR - ватт на килограмм. В исследовании SAR не используют живых людей, измерения проходят в специальных экранированных помещениях в лабораториях. Манекены изготавливают из материала, по теплопроводности соответствующего тканям человека, все измерения проходят на них. А дальше по формуле рассчитывается сила излучения, если произошел нагрев тканей на такую-то температуру. Нормативными требованиями установлено ограничение SAR в 1.6–2 Вт/кг при пиковой мощности (на 1 грамм измеряемого вещества).

Исходя из результатов научных исследований по влиянию высокочастотных электромагнитных полей на организм человека были разработаны следующие рекомендации: электромагнитные поля возникающие вблизи тела при использовании мобильного телефона, как правило, намного сильнее, чем поля, возникающие, например, вокруг базовых станций мобильной связи. Рекомендации направлены на снижение силы (интенсивности) высокочастотных полей и сокращение продолжительности воздействия: используйте стационарный телефон, если у вас есть выбор между стационарным и мобильным телефоном. По возможности не совершать звонки при плохом приеме, например, в автомобиле без внешней антенны. Чем слабее

соединение с ближайшей базовой станцией, тем больше сигнал, который должен излучать мобильный телефон, и, следовательно, сила (интенсивность) высокочастотного поля.

Чем ниже значение SAR (удельная скорость поглощения) мобильного телефона, тем ниже напряженность поля. Производители мобильных телефонов обычно указывают значение SAR в соответствии с предписанными условиями в руководстве по эксплуатации. Необходимо чаще использовать гарнитуры. Интенсивность полей быстро падает с увеличением расстояния от антенны. Использование гарнитуры значительно увеличивает расстояние между головой и антенной. Поэтому голова подвергается меньшим полям во время телефонных звонков.

Эти рекомендации просто и эффективно сводят к минимуму личное облучение, не отказываясь от преимуществ мобильных телефонов.

Электронные устройства могут реагировать более чувствительно, чем человеческое тело, на высокочастотное излучение. Примером может служить имплантированный кардиостимулятор, работа которого при неблагоприятных условиях может быть прервана. На отдельных кардиостимуляторах наблюдались помехи от мобильных телефонов на расстоянии не более 20 см между устройствами. Тем, кто оснащен кардиостимуляторами, следует остерегаться этого и не держать свои мобильные телефоны непосредственно у верхней части тела.

При использовании слуховых аппаратов вблизи устройств мобильной связи могут возникать шумовые помехи. Здесь рекомендуется соблюдать дистанцию или отключать слуховой аппарат при самостоятельном звонке!

Проблемы могут возникать и при использовании мобильных телефонов в больницах; иногда чувствительное медицинское оборудование может испытывать помехи даже на расстоянии 1–2 метров. Поэтому необходимо строго соблюдать запреты на мобильную связь в больницах.

Запрет на использование мобильных телефонов без громкой связи во время вождения оправдан связанным с этим отвлечением водителя. Поскольку отвлечение внимания возникает даже при использовании громкой связи, следует по возможности избегать совершения звонков во время вождения.

Совершенствование научно-исследовательских работ по защите от СВЧ излучений, является важным условием минимизаций тяжести последствий воздействия от электромагнитных полей. Научно-обоснованные базовые знания об электромагнитных полях и их идентификации необходимы, как условия конструктивного поведения населения при чрезвычайных ситуациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гликман Б.В., Лотц В.Г., Мандевиль Р. и др. Современные достижения в исследованиях радиочастотных полей и здоровья: 2017-2020 гг. Биоэлектромагнетизм 57:86–93; 2020.
2. Гучер Х., Келлер К. Восприятие рисков от высокочастотных электромагнитных полей. Risk Anal 55: 1163 -1500; 2020.
3. Лагорио С., Мандевиль Р. Электромагнитные поля и эпидемиология: обзор Международной школы биоэлектромагнетизма. Биоэлектромагнетизм 30 : 111 - 124; 2019.

УДК 504/504

И. Д. Блохнин, А. Ю. Барашков, И. В. Сусоева

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА НА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация: в статье исследованы факторы, влияющие на выброс оксида углерода при сжигании разных видов каменного угля. Использован В-план второго порядка для разработки моделей, в зависимости от физических показателей.

Ключевые слова: угарный газ, концентрация, негативное воздействие, В-план второго порядка, воздух рабочей зоны.

I. D. Blohnnin, A. Yu. Barashkov, I. V. Susoeva

INFLUENCE OF PRODUCTION PROCESS FACTORS ON POLLUTANT EMISSIONS

Annotation: the article studies the factors influencing the emission of carbon monoxide during the combustion of different types of coal. A second-order B-plan was used to develop models, depending on physical indicators.

Keywords: carbon monoxide, concentration, negative impact, second-order B-plan, working area air.

В последние годы усилился спрос на тепловую энергию, ввиду чего увеличилось потребление угля и, соответственно, повысился процент выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (SO_2 , NO_x и твердых частиц). Кроме негативного воздействия на здоровье человека [1], высокие концентрации выбросов кислых газов могут привести к кислотному осаждению, дымке, замедлению роста растений, повреждению строений, зданий, памятников архитектуры [2, 3]. В то же время твердые частицы являются вдыхаемыми и могут глубоко проникать в сердечно-сосудистую систему, вызывая, таким образом, многочисленные виды респираторных заболеваний, болезней сердца и инсультов [4, 5]. Это в свою очередь, будет способствовать развитию познавательного интереса у обучаемых как одного из факторов, необходимых для повышения эффективности формирования системы экологических знаний [6].

В топливной энергетике большую популярность имеет каменный уголь. Каменный уголь – твердое горючее полезное ископаемое, промежуточная по содержанию углерода форма угля между бурым углем и антрацитом.

Плотная порода черного, иногда серо-черного цвета. Блеск смоляной или металлический. В органическом веществе каменного угля содержится 75–92 % углерода, 2,5–5,7 % водорода, 1,5–15 % кислорода. Содержит 2–48 % летучих веществ. Влажность 1–12 %. Высшая теплота сгорания в пересчете на сухое беззольное состояние 30,5–36,8 МДж/кг.

Котельная, работающая на угле, считается очень важным источником загрязнения воздуха в регионе, а также подкисления экосистем из-за огромных выбросов кислотных загрязнителей [7]. Для котельных установок нормативы удельных выбросов установлены для следующих загрязняющих веществ: зола твердого топлива, оксиды азота (в пересчете на NO_2), оксиды серы, оксиды углерода [8].

Основываясь на уравнении 1 углекислый газ (CO_2) образуется, когда 1 атом «С» объединяется с 2 атомами «О». Для рассмотрения этого соотношения с точки зрения масс, необходимо знать, что атомный вес «С» равен 12, «О» имеет 16, а CO_2 имеет 44. В случае полного сгорания 1 фунт «С» объединяется с 2,667 фунта «О» с образованием 3,667 фунтов CO_2 . По данным Хонг и Слатик [9], уголь с содержанием углерода 78 % выделяет около 204,3 фунтов CO_2 . Следовательно, полное сгорание 1 тонны угля обеспечивает синтез около 2,86 тонн CO_2 .



При потреблении кислорода происходит следующая реакция (уравнение 2).



Оксид углерода производится путем неполного окисления газообразных углеводородов. Если концентрация СО увеличивается более чем на 30 ppm (или 34.93 мг/м^3 – максимальная концентрация, которую может переносить здоровый взрослый человек в течение 8 часов), это вызывает негативное воздействие, так как СО препятствует распространению кислорода в организме. Предельно допустимая концентрация определяется по ГОСТ 12.1.005-88.

Молекулы гемоглобина в крови переносят O_2 для каждой части тела. Молекула СО имеет различия с O_2 в молекулярном строении, и результатом соединения ее с молекулой гемоглобина становится ингибирование насыщения организма O_2 . Если вдыхать СО в течение 8 часов в концентрации не менее 30 ppm, то 10 % организменного гемоглобина могут быть преобразованы в карбоксигемоглобин. Образование карбоксигемоглобина в организме отрицательно влияет на функциональное состояние человека.

Военная академия РХБ защиты (военный городок № 9) имеет котельную, работающую на угле, необходимую для обеспечения предприятия горячим водоснабжением и теплом. Котельная № 1 данного предприятия оборудована тремя котлами марок Э5-Д-2, КСВ-0,63, KB3-P2,15ЛК, работающими на угле. Все три котла находятся в работе. Котельная работает в отопительный период 5376 час/год, 24 час/сутки, а также в межотопительный период 1540 час/год, 14 час/сутки. Годовой расход угля – 621 тонн/год. Максимальный расход угля – 22,65 г/с.

Пылегазоочистка – отсутствует. Все котлы подключены к одной дымовой трубе высотой 18 м и диаметром устья 0,55 м. Рядом с котельной находится склад угля, и расположен объект для утилизации золы в постэксплуатационный период.

Для обоснования негативного воздействия СО на здоровье человека и окружающую среду, было оценено соответствие показателей выбросов угарного газа с нормируемыми показателями.

Для разработки моделей, в зависимости от физических показателей, был использован В-план второго порядка. Выбор экспериментальной области был сделан на основе анализа результатов экспериментальных исследований, проводимых на предыдущем этапе [9].

Нулевой уровень каждого фактора $X_i^{(0)}$ определяется по формуле

$$X_i^{(0)} = \frac{X_i^{(-1)} + X_i^{(+1)}}{2}, \quad (3)$$

где $X_i^{(-1)}$ – нижний уровень i -го фактора;

$X_i^{(+1)}$ – верхний уровень i -го фактора.

Интервал варьирования i -го фактора Δ_i определяется по формуле

$$\Delta_i = X_i^{(+1)} - X_i^{(0)} \quad (4)$$

Варьируемые в эксперименте факторы и их уровни представлены в таблице 1.

Таблица 1. Диапазоны варьирования переменных факторов

Наименование фактора	Обозначение фактора		Уровни варьирования			Интервал варьирования, Δ_i
	Натуральное	Кодированное	-1	0	+1	
Скорость движения воздуха, м/с	V_v	X_1	0,6	1,2	1,8	0,6
Масса угля, т	m	X_2	30	60	90	30

План эксперимента в кодированных и натуральных обозначениях факторов представлен в таблице 2.

Таблица 2. План эксперимента в кодированном и натуральном обозначении факторов

№	X_1	X_2	V_v , м/с	m , т
1	+	+	1,8	90
2	-	+	0,6	90
3	+	-	1,8	30
4	-	-	0,6	30
5	+	0	1,8	60
6	-	0	0,6	60
7	0	+	1,2	90
8	0	-	1,2	30

Результаты измерений концентрации СО представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты измерений концентрации СО

№	X ₁	X ₂	Концентрации угарного газа, ppm				
			1 опыт	2 опыт	3 опыт	4 опыт	5 опыт
1	+	+	42,1	42,9	40,6	44,2	41,7
2	-	+	37,0	36,8	36,5	39,1	39,6
3	+	-	35,9	38,2	36,6	34,8	35,5
4	-	-	31,8	30,7	33,2	29,9	30,9
5	+	0	37,2	36,7	36,7	40,1	37,8
6	-	0	36,2	36,0	35,7	39,3	36,8
7	0	+	36,3	36,1	36,3	39,4	36,9
8	0	-	36,5	35,6	35,8	34,8	38,3

План и статистическая обработка результатов измерений представлены в таблице 4. Выходная величина: Y_1 – концентрация СО в воздухе К_{СО}, ppm.

Таблица 4. План и результаты статистической обработки экспериментальных данных

№	X ₁	X ₂	$\bar{Y}_1$, ppm	S_1^2 , ppm ²
1	+	+	42,3	1,8
2	-	+	37,8	2,0
3	+	-	36,2	1,7
4	-	-	31,3	1,6
5	+	0	37,7	2,0
6	-	0	36,8	2,1
7	0	+	37,0	1,9
8	0	-	36,2	1,7

По результатам обработки экспериментальных данных была получена математическая модель показателя концентрации СО (в кодированных обозначениях факторов):

$$Y_1 = 36,950 + 1,717X_1 + 2,234X_2 + 0,300X_1^2 - 0,350X_2^2 + 0,01X_3^2 - 0,100X_1X_2 \quad (5)$$

На рисунке представлены графики зависимостей выходной величины от варьируемых факторов – скорости движения воздуха (X₁) и массы угля (X₂).

С увеличением скорости движения воздуха концентрация угарного газа растет, и при максимальной скорости движения воздуха обеспечивается наибольшая концентрация угарного газа, как при минимальной, так и при максимальной загрузке угля. Однако, при минимальной загрузке угля и минимальной скорости движения воздуха не обеспечивается концентрация угарного газа, отвечающая нормативным требованиям, предъявляемым к воздуху рабочей зоны.

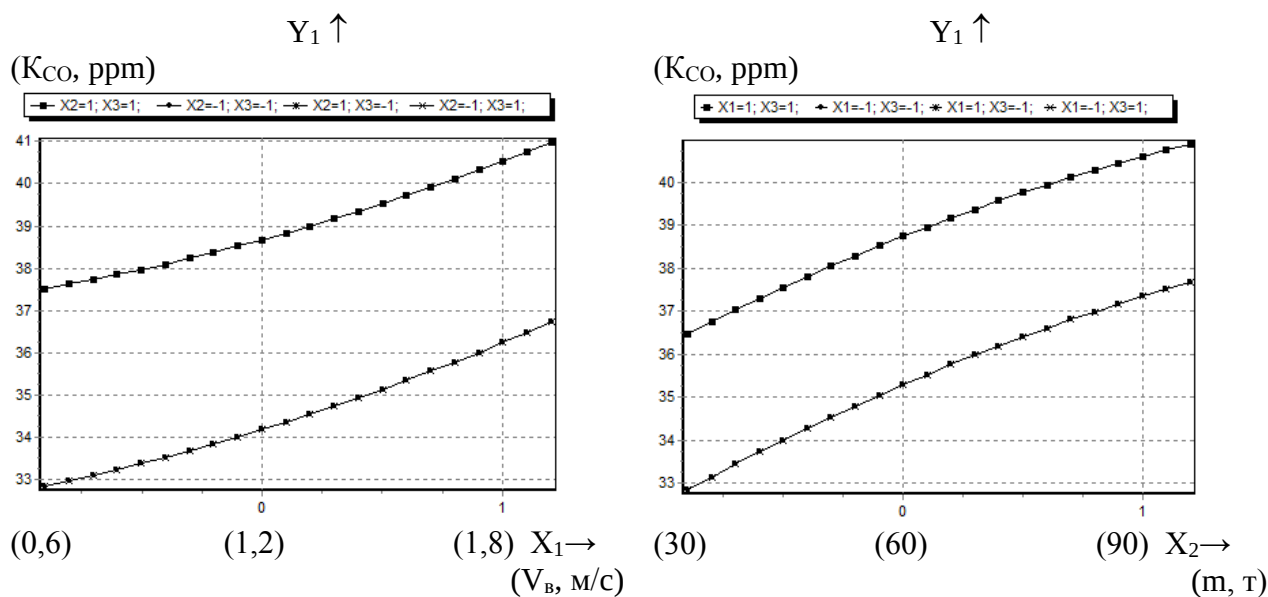


Рисунок. График зависимости концентрации CO от скорости движения воздуха и массы угля

Таким образом, данное сочетание технологических факторов можно рекомендовать при длительности работы в атмосфере, содержащей оксид углерода, не более 1 ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. C. Schlatter. "Environmental Pollution and Human Health," Science of the Total Environment, Vol. 143, No. 1, 2003, pp. 93-101. doi:10.1016/0048-9697(94)90535-5.
2. G. P. Ayers and K. K. Yeung. "Acid Deposition in Hong Kong," Atmospheric Environment, Vol. 30, No. 10-11, 1996, pp. 1581-1587. doi:10.1016/1352-2310(95)00454-8.
3. R. A. Parnell Jr. and K. J. Burke. "Impacts of Acid Emissions from Nevado del Ruiz Volcano, Colombia, on Selected Terrestrial and Aquatic Ecosystems," Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol. 42, No. 1-2, 1990, pp. 69-88. doi:10.1016/0377-0273(90)90070-V.
4. C. A. Pope, M. J. Thun, M. M. Namboodiri, D. W. Dockery, J. S. Evans, F. E. Speizer and C. W. Heath. "Particulate Air-Pollutions as a Predictor of Mortality in a Prospective-Study of US Adults," American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, Vol. 151, No. 3, 1995, pp. 669-674.
5. Dongmei Li, Yang Guo, Yuan Li, Pengguo Ding, Qiang Wang, Zhenqian Cao Air Pollutant Emissions from Coal-Fired Power Plants Open Journal of Air Pollution, 2012, 1, 37-41 <http://dx.doi.org/10.4236/ojap.2012.12005>.
6. Блохнин И.Д., Барашков А.Ю., Сусоева И.В. Активизация познавательной деятельности курсантов при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Сборник материалов VIII Всероссийской научно-методической конференции. – Санкт-Петербург: Петергоф, 2022. С. 17–21.
7. Shahzad Baig K, Yousaf M (2017) Coal Fired Power Plants: Emission Problems and Controlling Techniques. J Earth Sci Clim Change 8: 404. doi: 10.4172/2157-7617.1000404.

8. Временные методические указания по установлению технических (максимально допустимых) нормативов удельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для действующих котельных установок. Введ. 2001.02.13. – М.: Изд-во ВТИ, 2001. – 6 с.

9. Hong B.D., Slatick E.R. Carbon dioxide emission factors for coal. Energy information administration, quarterly coal report, January-April 1994, DOE/EIA-0121(94/Q1) Washington, USA. pp. 1-8.

УДК 614.84

Т. Н. Бобырева

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

АНАЛИЗ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН ПРИ АВАРИИ В ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Аннотация: в статье рассмотрены существующие методики определения размеров зон распространения облака горючих газов при аварии в открытом пространстве, выявлены преимущества и недостатки данных методик.

Ключевые слова: взрывоопасная зона, авария, утечка газа, горючие газы, газовое облако.

T. N. Bobyрева

ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING THE DIMENSIONS OF EXPLOSIVE ZONES DURING ACCIDENTS IN OPEN SPACE

Abstract: the article discusses the existing methods for determining the size of the zones of distribution of a cloud of combustible gases in an accident in open space, and identifies the advantages and disadvantages of these methods.

Keywords: explosive zone, accident, gas leak, combustible gases, gas cloud.

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации Владимира Владимировича Путина от 31 мая 2020 г. распоряжением Правительства Российской Федерации утвержден план внедрения социально ориентированной и экономически эффективной системы газификации и газоснабжения регионов России. С увеличением количества газифицированных объектов жилищно-коммунального хозяйства, промышленных предприятий и иных организаций не только изменится благосостояние населения, но и увеличится количество объектов газового комплекса, имеющих риск возникновения аварийных ситуаций. Ежегодно на объектах народного хозяйства и объектах промышленности происходят аварии, связанные с утечкой сжатых газов или сжиженных углеводородов [1, 2]. В результате распространения горючего облака и его последующего воспламенения, аварии носят масштабный характер, связанный с разрушением зданий и сооружений, травмированием и гибелью людей, а также экологическим ущербом [3].

На основании действующего законодательства Российской Федерации определение максимальных размеров взрывоопасных зон при авариях, связанных с поступлением горючих газов в открытое пространство, осуществляется в целях оценки пожарной опасности технологических процессов, при определении величины пожарного риска.

Анализ нормативной документации и научной литературы показал разнообразие методик определения размеров взрывоопасных зон, учитывающих один или несколько параметров.

В приказе МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» и в методике расчета размеров зон распространения облака горючих газов при аварии на основании ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов, считается, что происходит мгновенный выброс горючего газа, при этом газовое облако имеет цилиндрическую форму, а геометрические размеры облака зависят от массы газа, поступившего в окружающее пространство [2].

Данная картина распространения газа не соответствует физическому процессу, происходящему при реальных авариях. В большинстве случаев при аварийных ситуациях на объектах газораспределения и газопотребления происходит постепенное истечение горючего газа, а размеры взрывоопасной зоны зависят от физико-химических свойств горючего вещества и состояния атмосферы (температуры, давления).

По существующим методикам нормативных документов были произведены расчеты размеров зон распространения газозвдушного облака при аварийной ситуации, связанной с выбросом в окружающую среду 500 кг пропана.

При аналогичных условиях с помощью модели Fire Dynamics Simulator (решается уравнение Навье-Стокса) в программе PyroSim, позволяющей учитывать свойства газа и параметры окружающей среды, задавать различные состояния атмосферы (например, скорость и направление ветра) была смоделирована аварийная ситуация утечки пропана (рис. 1).

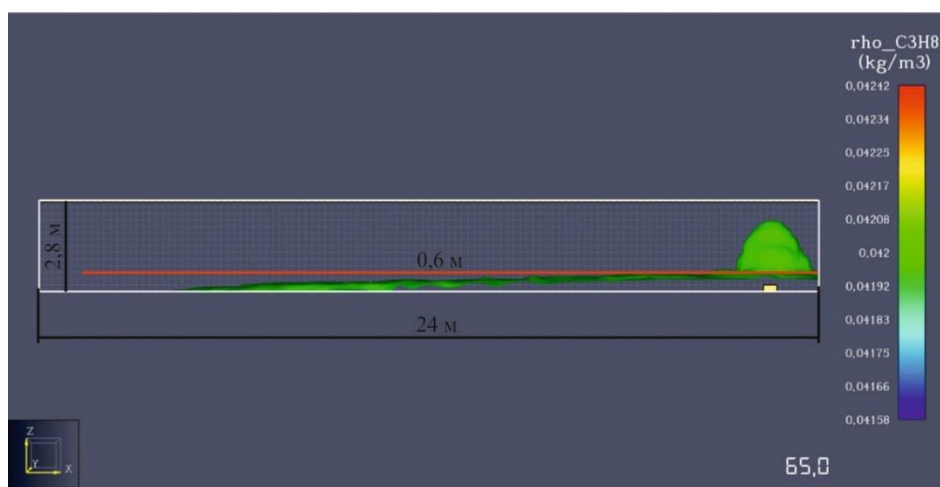


Рис. 1. Распределение пропана в пространстве на НКПР

Расчетные геометрические размеры распространения облака горючего газа (пропана) в открытом пространстве представлены в таблице.

Таблица. Максимальные размеры взрывоопасной зоны по различным методикам

№ п/п	Методика	Размер взрывоопасной зоны, м	
		Радиус	Высота
1	Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404	37,74	1,26
2	ГОСТ Р 12.3.047-2012	40,7	3,5
3	PyroSim	19,2	0,6

Исходя из полученных значений радиуса и высоты газового облака, наблюдается значительное расхождение геометрических размеров взрывоопасной зоны по различным методикам.

Существенным ограничением методик, используемых в нормативных документах, является отсутствие возможности определения размеров облака горючих газов, плотность которых меньше плотности воздуха. При этом вычислительная гидрогазодинамика позволяет моделировать аварийные ситуации, связанные с утечкой и распространением легких газов в открытом пространстве [4].

На основании проведенного анализа требуется совершенствование существующих методик определения размеров зон распространения облака горючих газов при аварии, которое позволит прогнозировать последствия аварийных ситуаций, связанных с утечкой горючего газа, с учетом необходимых параметров окружающей среды и физико-химических свойств вещества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реестр аварий и несчастных случаев по данным информационного бюллетеня и сайта Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. [Электронный ресурс] <https://www.safety.ru/accidents/#/dashboard> (дата обращения 28.02.2023).
2. Бобырева Т.Н., Грохотов М.А. Существующие проблемы методики определения максимальных размеров взрывоопасных зон // Материалы 31-ой международной научно-технической конференции «Системы безопасности – 2022». – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2022. – С. 159-162.
3. Королев Д.С. К вопросу обеспечения пожарной безопасности в нефтегазовой отрасли / Д.С. Королев, А.В. Калач // Техносферная безопасность. – 2018. – № 4 (21). – С. 3-9.
4. Купцов А.И. Проблемы расчета рассеивания легких газов в атмосфере при их выбросах со свечи с учетом рельефа и застройки местности и атмосферной устойчивости / А.И. Купцов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 6. – С. 284-286.

УДК 57.02

С. Н. Букин, Л. В. Вирзум, Т. А. Шаповалова

Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К. Беляева

СУЛЬФАМИДНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И ИХ ДЕЙСТВИЕ НА ЭКОЛОГИЮ

Аннотация: в статье рассматривается история создания сульфамидных препаратов. Влияние их на живые системы, сложности с усвоением в клетках и возникающие в связи с этим экологические проблемы.

Ключевые слова: сульфамиды, ксенобиотики, экология.

S. N. Bukin, L. V. Virzum, T. A. Shapovalova

SULFAMIDE PREPARATIONS AND THEIR EFFECT ON THE ENVIRONMENT

Abstract: the article discusses the history of the creation of sulfamide preparations. Their influence on living systems, difficulties with assimilation in cells and the resulting environmental problems.

Keywords: sulfamides, xenobiotics, ecology.

В настоящее время в мире зарегистрировано свыше 100 миллионов соединений. Большая их часть является чужеродной для биологических систем веществами. Такие чужеродные вещества называются ксенобиотиками, которые не пригодны для образования энергии, не являются строительным материалом для клеток. Кофакторами – посредниками для рабочих молекул – ферментов [1]. Распространение ксенобиотиков на сегодняшний день весьма обширно: красители, добавки, вспомогательные вещества, к различным лекарственным препаратам, сами лекарственные препараты, пестициды, фунгициды и другие вещества, используемые в промышленности и быту. Лекарственные вещества разделены на 2 группы, биогенных и синтетических веществ.

Биогенные – глюкоза, аминокислоты - глицин, метионин, L-карнитин, γ – аминomásляная кислота, инсулин, ферменты, коферменты, витамины. Синтетические – это большинство антимикробных, противовирусных, противоопухолевых и других препаратов.

Поступая в организм из окружающей среды, ксенобиотики оказывают влияние на процессы нормальной жизнедеятельности, вызывая при этом различные интоксикации, аллергические реакции, поскольку реакции метаболизма происходят с обязательным участием белков – ферментов, очень восприимчивых к воздействию этих веществ.

Поступление их в окружающую человека среду с каждым годом возрастает. При этом если раньше контакт с подобными соединениями был характерен для ограниченного контингента людей, связанных с определённым видом производственной деятельности, то в настоящее время всё большие массы населения контактируют с ними за счёт их распространения в быту, зачастую мы сами их вносим в нашу жизнь.

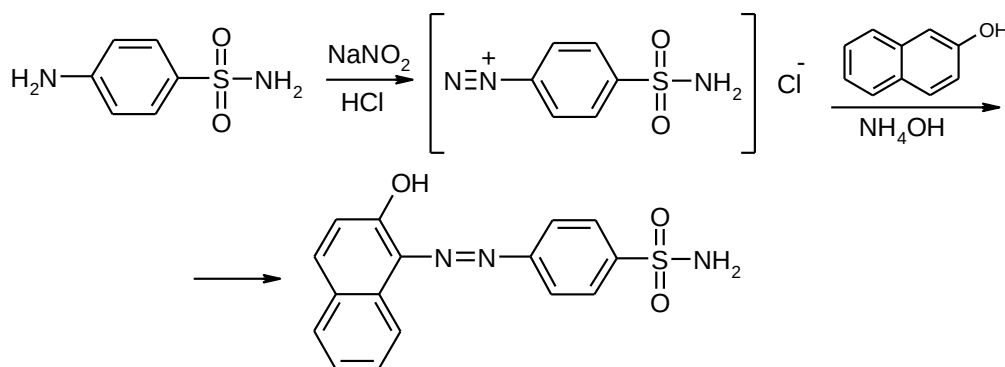
Лекарственные вещества необходимы, контроль над их применением осуществляется медиками, но стоит подумать ещё и о том, что по истечению срока годности и после их утилизации на специализированных полигонах, не в полной мере подвергаются разложению. Однако, всегда какой-то процент, составляющих их химических веществ накапливается в почвах, затем поступает в растения, далее к животным, и наконец, к человеку. Таким образом, и осуществляется круговорот неразложившихся компонентов лекарственных веществ в природе.

Интенсификация сельского хозяйства, технический прогресс промышленности, привели к образованию диспропорций в окружающей среде, к деформации установившихся равновесий экосистем, к ухудшению экологической ситуации в различных сферах деятельности человека [2].

Сульфаниламидные препараты — группа химически синтезированных соединений, используемых для лечения инфекционных болезней, главным образом бактериального происхождения.

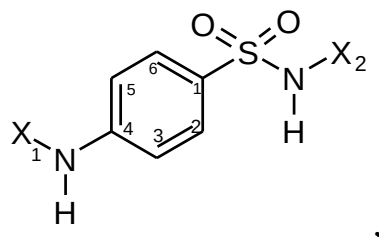
Сульфаниламиды стали первыми лекарственными средствами, позволившими проводить успешную профилактику и лечение разнообразных бактериальных инфекций. Благодаря этим препаратам, вошедшим в медицинскую практику с 1930-х годов, удалось значительно снизить смертность от воспаления легких, заражения крови и многих других бактериальных инфекций. Их повсеместное применение во время Второй мировой войны спасло множество жизней.

Открытие носило случайный характер и было связано с текстильной промышленностью, когда в поисках лучших красителей тканей французский химик Гельмо (1908-1909) синтезировал п-аминобензолсульфамид (белый стрептоцид), получивший широкое распространение в красильной промышленности как основа для образования различных азокрасителей:



В то время никто и не предполагал, что это соединение несёт в себе богатые возможности. Начиная с 1940 года список лекарственных препаратов пополнился новыми производными сульфаниламида: сульгин, фталазол, дисульфамин и др. в настоящее время этот список огромен и фармакологи постоянно работают над его расширением.

Учёными группы Постовского было установлено, что химиотерапевтическое действие этой группы соединений является частным случаем активности веществ с общей формулой:



где X – H, арил, алкил, гетероцикл

Спектр действия сульфаниламидов довольно широк. Он включает в основном следующие возбудители инфекций:

- ✓ Бактерии (патогенные кокки, кишечная палочка)
- ✓ Хламидии (возбудители трахомы, орнитоза)
- ✓ Актиномицеты
- ✓ Простейшие (плазмодии малярии, возбудитель токсоплазмоза).

Сочетание нескольких сульфамидных препаратов повышает бактериостатическую активность при различных инфекциях дыхательных, мочевыводящих путей и ЖКТ.

Одним из недостатков сульфаниламидов является их плохая всасываемость в ЖКТ. Следовательно, приём сульфаниламидов необходимо осуществлять в строго определённой дозировке, так как их накопление в организме человека животных и растений может вызвать снижение эффективности данных препаратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кольман Я., Рем К.Г. Наглядная биохимия: Пер. с нем. - М., Мир, 2000. - 469 с.
2. Шестопалова А.П., Вирзум Л.В. Антигельминтные препараты на основе бензимидазола и их модификации. Сборник материалов «Наука и молодёжь: новые идеи и решения в АПК». Материалы Всероссийских научно-методических конференций с международным участием. Иваново, 2016 г. С. 107-111.

УДК 504.06:62-784.43:537.523.9

А. Е. Ефимов¹, А. Г. Бубнов^{1,2}, Г. Д. Овчинников¹

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СИСТЕМ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ФОРМАЛЬДЕГИДА И МУРАВЬИНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация: исследована эффективность плазменно-химической технологии очистки в сравнении с традиционными технологиями подавления отходящих газов (адсорбция, катализ) при помощи апробированных подходов выбора систем обезвреживания летучих загрязнителей и с точки зрения «углеродного следа».

Ключевые слова: летучие органические соединения, методы очистки, показатели выбора, углеродный след, надёжность.

A. E. Efimov, A. G. Bubnov, G. D. Ovchinnikov

JUSTIFICATION THE CHOICE OF AIR CLEANING SYSTEMS FROM FORMALDEHYDE AND FORMIC ACID

Abstract: the plasma-chemical cleaning technology effectiveness was studied in comparison with traditional technologies for suppressing off-gases (adsorption, catalysis) using proven approaches to choosing systems for the neutralization of volatile pollutants and from the point of view of the «carbon footprint».

Keywords: volatile organic compounds, cleaning methods, selection indicators, carbon footprint, reliability.

Введение

Среди набора перспективных технологий очистки воздуха от низких концентраций загрязнителей органической и неорганической природы [1], [2], перспективным является плазменно-химическая технология (ПХТ), благодаря тому, что менее токсичные продукты деструкции в газоразрядных устройствах оказываются более чистыми и получаются при меньшем числе стадий процесса [1]. Несмотря на перечисленные преимущества, к недостаткам ПХТ относится образование побочных продуктов, как озон и оксид азота, являющиеся инициаторами смога Лос-Анджелесского типа [3].

Несмотря на то, что преимущества и недостатки технологии известны, её внедрение значительно осложнено, в первую очередь, тем, что в действующей нормативной документации и справочниках отсутствует единый инструментарий, позволяющий количественно оценить, сравнить и принять решение о внедрении технологии на основании не только экологических аспектов, но и экономических и социальных.

Кроме того, анализ литературных данных показал, что сведения, касающиеся подбора и обоснования выбора очистного оборудования немногочисленны, поэтому

проблема поиска комплексного критерия и подхода его оценки для обоснования выбора очистного технологического оборудования (отвечающего принципам НДТ) является актуальной. Соответственно, целью настоящей работы являлось выявление возможности реализации ПХТ очистки воздуха в промышленности.

Методы исследования

Различные факторы, такие как эффективность, ремонтпригодность, экономичность, надёжность, могут повлиять на выбор оптимального оборудования. Известен ряд методов для решения задач, среди которых эколого-экономический (ЭЭП) [4], экспертный подход (ЭП) [5], иерархическая процедура оценивания (ИПО) [6] и методика с использованием критерия относительной общей пользы (W) [7]. Сводные данные по методикам, применяемым в работе, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Сводные данные

Методика	Показатели	Достоинства	Недостатки
Эколого-экономическая	экологические платежи; текущие средозащитные затраты	финансирование природоохранной деятельности	учитывает исключительно стоимость оборудования; практически не учитывает показатели надёжности
Экспертная	оценка экспертов в балльной системе	быстрота получения результатов; возможность оценивания объекта при невозможности измерить его характеристики количественными объективными методами	субъективность; ограниченность применения; высокие затраты на проведение
ИПО	индекс согласованности; отношение согласованности; главное значение матрицы	пошаговый анализ по каждому критерию; высокая информативность	субъективность результатов, связанных с назначением приоритетов сравниваемым характеристикам
W	величина предотвращённого ущерба от катастроф; затраты на предотвращение и понижение уровня техногенного риска; уровень техногенного риска	включает в себя все те необходимые показатели, которые важны при выборе оборудования.	необходимы данные по отказам очистного оборудования и/или вероятностям снижения степени очистки

Методика расчёта «углеродного следа»

Оценка показателя «углеродного следа», учитывающего влияние технологии на состояние климата, представляет собой ряд пошаговых действий [8], включающих эмиссию CO₂ как от производственной площадки, так и от автотранспорта.

Результаты и обсуждение

В данном исследовании проводилось сравнение технологий очистки воздуха от летучих органических соединений (ЛОС) существующими апробированными подходами выбора систем очистки для выявления применимости первых при выборе эффективного метода очистки отходящего газа от ЛОС. Представителями ЛОС являлись пары муравьиной кислоты (CH₂O₂) и формальдегид (CH₂O). В качестве исходных данных для оценок принято, что выбросы CH₂O₂ составляют 2,52 т/год (4,2 млрд. м³/год) – в результате переработки 960 т/год пластических масс в России [9], а выбросы CH₂O, присутствующие на ведущем деревоперерабатывающем предприятии в г. Шуя Ивановской области при получении 250 тыс. м³ готовой продукции (древесно-стружечных плит (ДСП) и древесно-волокнистых плит (ДВП)) – 30 т/год CH₂O, что соответствует объёмному расходу отходящих газов – 2,63 млрд. м³/год [10].

Среди действующих представителей методов очистки, для оценки эффективности последних при «обезвреживании» от перечисленных загрязнителей с заданными расходами, было выбрано следующее оборудование:

- адсорбер (для CH₂O₂) [11];
- адсорбционная колонна (для CH₂O) [12];
- плазменно-химическая установка «Ятаган» [13];
- каталитическая установка SC [14].

Сопоставление расчётных данных

При проведении оценок с использованием различных подходов, а именно: эколого-экономическим, экспертным, анализа иерархий и с применением критерия относительной общей пользы были получены следующие данные, которые представлены в табл. 2 и рис.

Таблица 2. Результаты расчётов для выбора очистного оборудования

Метод	Подход (методика)							
	CH ₂ O ₂				CH ₂ O			
	ЭЭП	ЭП	ИПО	W	ЭЭП	ЭП	ИПО	W
Адсорбционный			+	+			+	+
Плазма ДБР (ПХТ)	+	+				+		
Каталитическое окисление					+			

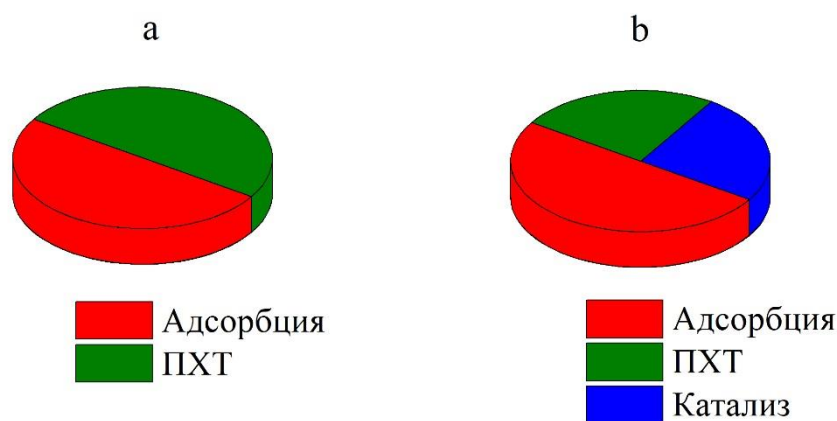


Рис. Диаграммы полученных данных по очистке воздуха от CH_2O_2 (а) и CH_2O (б) различными подходами

Следовательно, результаты оценок при помощи использованных подходов утверждают о маловероятной возможности реализации ПХТ в промышленной деятельности (за исключением предприятий, в выбросы которых будут необходимо удалять CH_2O).

Как правило, необходимо ещё рассматривать дополнительный и актуальный показатель, учитывающий и ресурсосбережение, и влияние технологии на состояние атмосферы и климата Земли, применяемый в последние 2–3 года [6] – так называемый «углеродный след». Определение «углеродного следа», в первую очередь, обусловлено политической позицией в отношении «углеродной нейтральности», поскольку РФ является страной-участником Парижского соглашения «Об изменении климата» [15] – важным компонентом концепции устойчивого развития. Соответственно, введение «углеродного налога», компенсирующий отрицательный внешний эффект производств на территории страны, является вопросом времени, и оценка углеродного выброса от эксплуатации технологии, в таком случае, приобретает особую значимость. Результаты оценок «углеродного следа» приведены в табл. 3.

Таблица 3. Итоговые данные по оценкам «углеродного следа»

	Адсорбция	Катализ	Плазма (ПХТ)
Углеродный след по CH_2O_2 , т $\text{CO}_2/\text{год}$	2552315	2980485	538556
Углеродный след по CH_2O , т $\text{CO}_2/\text{год}$	3262229	2156210	375357

На основании данных табл. 3, можно сделать следующий вывод: для очистки атмосферного воздуха от 2,52 т CH_2O_2 и 30 т CH_2O наиболее эффективным по показателю «углеродного следа» является ПХТ. Плазменные методы (низкотемпературная плазма, получаемая на установках типа «Ятаган» [22]) имеют преимущества относительно адсорбционного и каталитического метода, а именно: более низкие обобщённые затраты на электроэнергию. Кроме того, ПХТ не требует применения сорбентов и катализаторов, на производство которых приходится большой объём выбросов CO_2 .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мешалкин, В.П. Методы химии высоких энергий в защите окружающей среды. / В.П. Мешалкин, О.И. Койфман, В.И. Гриневич, В.В. Рыбкин. Уч. пособие. - М.: Химия. 2008. -244 с.
2. ИТС 22-2016 Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при производстве работ и оказании услуг на крупных мероприятиях [Электронный ресурс] <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/NDT.html> (дата обращения 12.05.2022).
3. Панкратов, А. Н. Реакции окисления-восстановления в окружающей среде / А. Н. Панкратов, И. М. Учаева. – М.: Издательство "Перо", 2020. 256 с. ISBN 978-5-00171-032-5.
4. Ермоленко, Б.В. Эколого-экономический анализ в задачах управления проектами: учебное пособие. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. –238 с.
5. Евстропов, Н.А. Экологическая оценка уровня качества промышленной продукции и технологических процессов: методические рекомендации. М.: АСМС, 2001. -44 с.
6. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий/ Т. Саати. -М.: Радио и связь, 1993. -278 с.
7. Сараев, И.В. Разработка методики выбора средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных на основе показателя относительной общей пользы. / И.В. Сараев, А.Г. Бубнов// Технологии гражданской безопасности. 2017. Т.14, № 1 (51). С. 71-79.
8. СТО МОН 2.42-2018. «Зеленые» стандарты в nanoиндустрии методика оценки углеродного следа производства инновационной продукции [Электронный ресурс] <https://monrf.ru/> (дата обращения 30.12.2022).
9. Клинков, А.С. Расчёт и конструирование машин для переработки полимерных материалов. Валковые машины и роторные смесители: учебное пособие/ А.С. Клинков, Н.В. Павлов. М.: МИХМ, 1977. 50 с.
10. Какарека, С. В. Особенности поступления формальдегида в атмосферный воздух при производстве и использовании продукции деревообработки [Текст]/ С.В. Какарека, Ю.Г. Ашурко // Природопользование. 2011. Вып. 19. С. 31-36.
11. Официальный сайт интернет-магазина «Гидродисконт» [Электронный ресурс] <https://gidrodiscount.ru/> (дата обращения 25.04.2022).
12. Официальный сайт компании ПЗГО [Электронный ресурс] <https://gas-cleaning.ru/> (дата обращения 25.04.2022).
13. Официальный сайт компании «Ятаган» [Электронный ресурс] <https://ятаган.рф/> (дата обращения 25.04.2022).
14. Официальный сайт компании SafeCat [Электронный ресурс] <https://safecat.ru/> (дата обращения 25.04.2022).
15. Paris agreement: Status of ratification / United Nations framework convention on climate change (UNFCCC) [Электронный ресурс] http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php (дата обращения: 30.12.2022).

УДК 543

М. В. Иванова, И. Б. Журавлева, Е. М. Троценко, Т. В. Василенко, Р. С. Лошманов
Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени
Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИОЛОВ МЕТОДОМ ВНУТРЕННЕГО СТАНДАРТА

Аннотация: целью работы является разработка методики качественного и количественного газохроматографического анализа тиолов методом внутреннего стандарта, не требующего обязательного наличия образца химически чистого вещества, с использованием масс-селективного детектора.

Ключевые слова: свалочный газ, тиолы, количественный газохроматографический анализ, газовый хроматограф с масс-селективным детектором, метод внутреннего стандарта.

M. V. Ivanova, I. B. Zhuravleva, E. M. Trocenko, T. V. Vasilenko, R. S. Loshmanov

QUANTITATIVE GAS CHROMATOGRAPHIC DETERMINATION OF THIOLS BY THE INTERNAL STANDARD METHOD

Abstract: the purpose of work is development of technique of qualitative and quantitative gas-elution analysis of thiols by method of the internal standard which is not demanding obligatory availability of sample of chemically pure substance with use of the mass and selection detector.

Keywords: landfill gas, thiols, quantitative gas-elution analysis, the gas chromatograph with the mass and selection detector, method of the internal standard.

В России на мусорные полигоны попадает до 94 процентов мусора, только 4 процента перерабатывается и 2 процента – сжигается. Российские свалки за год выделяют в атмосферу десятки миллиона тонн свалочных газов. Свалочный газ представляет собой смесь метана, углекислого газа, кислорода, азота, водорода, водяного пара и прочих соединений, в том числе летучих органических веществ, тиолов (меркаптанов), сульфидов и т.д. [1].

Контроль качества воздуха вблизи мусорных полигонов с каждым днем становится все более насущным вопросом. Одними из наиболее неприятно пахнущих веществ в составе свалочного газа являются тиолы. Их отвратительный специфический запах ощутим даже при ничтожно малых концентрациях в воздухе. Многие из них обладают токсичностью – от умеренной до сильной. Содержание некоторых тиолов в воздухе нормируется. Следовательно, методики качественного и количественного определения тиолов являются актуальными.

Одним из наиболее чувствительных и эффективных физико-химических методов, широко применяемых для качественного и количественного анализа, является газовая хроматография с различными способами детектирования [2]. Существует методика измерения концентрации низших тиолов (C₁-C₄) с помощью газовой хроматографии с пламенно-фотометрическим или фотоионизационным детектированием методом

абсолютной градуировки. Концентрирование из воздуха осуществляют на твердый сорбент с последующей термодесорбцией [3].

Но в составе свалочного газа могут присутствовать не только низшие алифатические тиолы, но и многоатомные, и ароматические. Для одновременного качественного и количественного определения как отдельных тиолов, так и их смесей, целесообразно использовать газовую хроматографию с масс-селективным детектированием.

Кроме абсолютной градуировки в количественном газохроматографическом анализе применяется метод внутреннего стандарта, достоинствами которого являются отсутствие необходимости в воспроизводимом по величине вводе пробы и малая зависимость результатов измерений от нестабильности работы хроматографа и детектора, так как эти факторы в равной мере влияют на определяемое и стандартное соединение. Еще одним достоинством данного метода является возможность проведения количественного анализа без предварительной градуировки прибора с использованием стандартного образца анализируемого вещества [4].

Целью работы является разработка методики качественного и количественного газохроматографического анализа тиолов методом внутреннего стандарта, не требующей обязательного наличия образца химически чистого вещества, с использованием масс-селективного детектора (МСД).

Поставленная цель достигается путем решения ряда задач.

1. Подбор оптимальных условий газохроматографического анализа.
2. Выбор внутреннего стандарта.
3. Определение относительного массового градуировочного коэффициента.

В качестве модельных веществ выбраны 1-гексилтиол и бензилтиол.

Вещества, используемые в качестве внутреннего стандарта должны быть инертными к компонентам пробы и иметь способность смешиваться с компонентами; иметь хорошо разрешенный пик, полное хроматографическое разделение с определяемыми соединениями и небольшие различия в параметрах удерживания [4]. Оптимально в качестве ВС использовать вещества, которые уже применяются в данном качестве или широко распространены в лабораториях, оснащенных газовыми хроматографами.

В качестве возможных внутренних стандартов был рассмотрен ряд веществ: дифенил, хлорфенол, н-декан, бутилацетат, 3-нитротолуол, имеющие близкие к модельным веществам физико-химические свойства и углы наклона градуировочных графиков.

По итогам проведенных экспериментальных исследований из рассмотренных веществ в качестве ВС выбран 3-нитротолуол.

В ходе дальнейшей работы подобраны условия анализа и произведена градуировка газового хроматографа «Agilent Technologies» 6890 N с масс-селективным детектором «Agilent Technologies» 5973 методом абсолютной градуировки.

С использованием стандартной программы сбора и обработки хроматографической информации ChemStation измеряли на хроматограмме площади пиков модельных тиолов и 3-нитротолуола.

Измерения выполнялись при следующих режимных параметрах хроматографа:

- начальная температура термостата колонок 40 °С, изотерма 1 минута;
- скорость нагрева – 15 °С/мин до 260 °С;
- температура испарителя 260 °С;

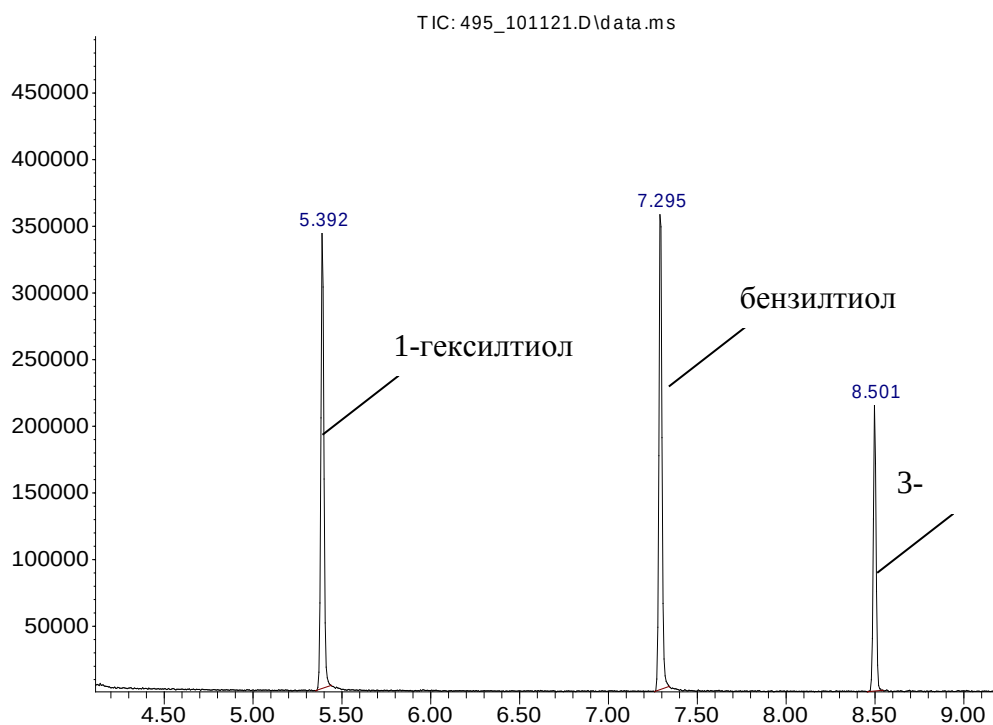
- коэффициент деления потока 20:1;
- температура детектора 270 °С;
- скорость потока газа-носителя 1,0 см³/мин;
- скорость потока газа-носителя 1,0 см³/мин;
- регистрация масс от 39 до 500 Дальтон;
- капиллярная колонка HP-5MS 30 м, D – 0,25 мм, F – 0,25 мк;
- объем пробы 1 мм³.

При этих условиях на газовом хроматографе Agilent 6890 N с МСД Agilent 5973 получены хроматограммы растворов модельных тиолов и 3-нитротолуола в ацетонитриле (рис. 1).

Из хроматограммы видно, что пики веществ хорошо разделяются, времена выхода компонентов ГР составляют: 1-гексилтиола – $5,4 \pm 0,2$; бензилтиола – $7,3 \pm 0,2$, 3-нитротолуола – $8,5 \pm 0,2$.

На основании измерений построены градуировочные зависимости 1-гексилтиола, бензилтиола и 3-нитротолуола для концентраций от 10³ до 50 мкг/см³ (рис. 2).

Abundance



Time-->

Рис. 1. Фрагмент хроматограммы растворов модельных тиолов и 3-нитротолуола в ацетонитриле

По градуировочным графикам, представленным на рисунке 2, видно, что в выбранных диапазонах концентраций зависимость площадей пиков компонентов градуировочных растворов от их концентрации носит линейный характер, при этом коэффициент аппроксимации стремится к 1, что доказывает линейность графиков в выбранном диапазоне концентраций.

Кроме того, коэффициенты уравнений градуировочных прямых, показывающие тангенс угла наклона к оси абсцисс, имеют близкие значения (1,1; 1,3 и 1,2), что свидетельствует о правильном выборе внутреннего стандарта.

Таким образом, определены условия, удовлетворяющие требованиям для качественного и количественного газохроматографического анализа модельных тиолов, и выбран внутренний стандарт.

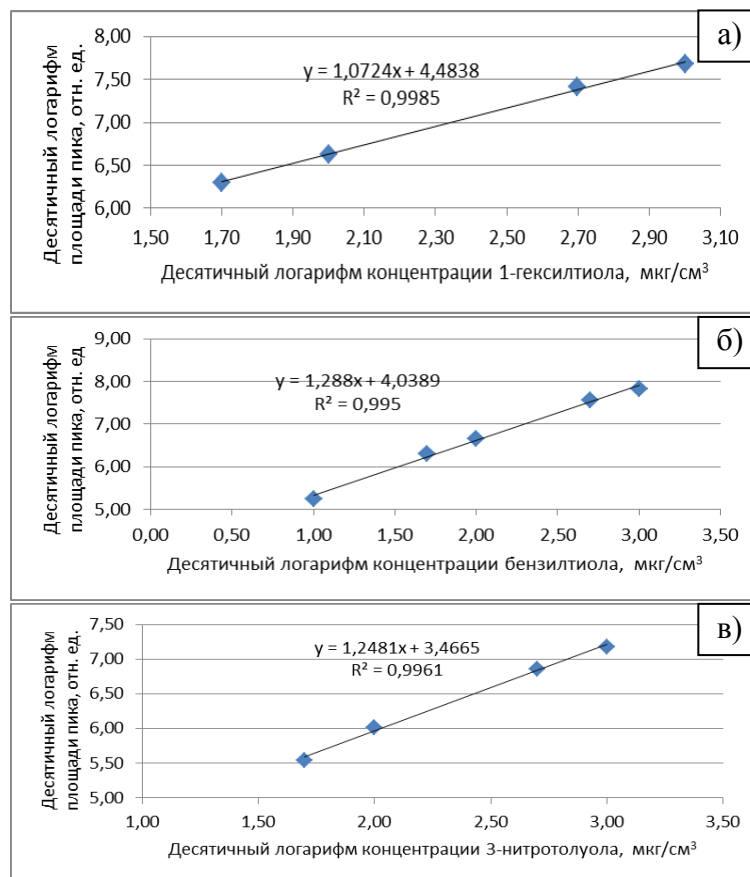


Рис. 2. Градуировочные зависимости 1-гексилтиола (а), бензилтиола (б) и 3-титротолуола (в) для концентраций от 10^3 до 50 мкг/см^3

На основании значений площадей пиков модельных тиолов и ВС (3-нитротолуола) рассчитывали относительные массовые градуировочные коэффициенты для каждой концентрации по формуле (1):

$$f = \frac{C_{MT} S_{BC}}{C_{BC} S_{MT}} \quad (1)$$

где C_{MT} , C_{BC} – массовые концентрации модельных тиолов и ВС, мкг/см^3 ;
 S_{MT} , S_{BC} – площади пиков модельных тиолов и ВС, отн. ед.

Результаты вычислений представлены в таблице.

Используя рассчитанное значение относительного массового градуировочного коэффициента, возможно определить концентрацию модельных тиолов (мкг/см^3) в различных пробах по формуле (2):

$$C_{MT} = \frac{f C_{BC} S_{MT}}{S_{BC}} \quad (2)$$

За результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

Таблица. Результаты вычислений относительного массового градуировочного коэффициента

Показатель		Средние значения относительного массового градуировочного коэффициента модельных тиолов по 3-нитротолуолу	
		1-гексилтиола	бензилтиола
Массовая концентрация компонентов, мкг/см ³	10 ³	1,07	0,8
	5·10 ²	0,99	0,78
	10 ²	1,16	1,08
	50	1,17	1,15
Среднее значение коэффициента		1,09	0,95
Среднеквадратичное отклонение		0,09	0,18
Абсолютная погрешность ϵ , усл. ед.		0,14	0,28
Относительная ошибка, %		12,43	29,44

Таким образом, в сжатые сроки может быть проведены качественное определение и количественная газохроматографическая оценка тиолов в объектах окружающей среды методом внутреннего стандарта без использования стандартных образцов химически чистого вещества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ферапонтов И.* Химическая жизнь мусора / И. Ферапонтов : [Электронный ресурс]. – <https://nplus1.ru/material/2018/03/22/landfill-gases>. – Дата обращения 22.12.2022.
2. *Боева С. Е.* Химия. Современные аналитические методы идентификации отравляющих и аварийно химически опасных веществ. С.Е. Боева, В.Г. Дрига, А.Н. Кочетков. – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 110 с.
3. Методические указания по газохроматографическому определению меркаптанов (метил-, этил-, пропил-, бутилмеркаптанов) в атмосферном воздухе. МУК 4.1.619-96: [Электронный ресурс]. – <https://docs.cntd.ru/document/1200028261>. – Дата обращения 22.12.2022.
4. *Царев Н.И., Царев В.И., Катраков И.Б.* Практическая газовая хроматография. Учебно-методическое пособие [Текст] / Царев Н.И. [и др.]. – Барнаул: Алтайский государственный университет, 2000. – 156 с.

УДК 577.118

А. М. Каверин, Д. И. Блинов, Д. В. Ситанов

Ивановский государственный химико-технологический университет

СПЕКТРАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ МЕТАЛЛОВ В СОСТАВЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Аннотация: работа посвящена изучению спектрального состава плазмы воздуха в присутствии образцов, содержащих ионы металлов. Исследовались образцы, содержащие наиболее распространенные металлы в составе живых организмов. Эксперименты выполнялись в качестве отработки методики спектрального обнаружения металлов в биологических структурах.

Ключевые слова: металлы, плазма, газовый разряд, характеристический спектр.

A. M. Kaverin, D. I. Blinov, D. V. Sitanov

SPECTRAL CONTROL OF METALS IN BIOLOGICAL STRUCTURES

Abstract: the work is devoted to the study of the spectral composition of air plasma in the presence of samples containing metal ions. Samples containing the most common metals in the composition of living organisms were studied. The experiments were carried out as a test of the technique of spectral detection of metals in biological structures.

Keywords: metals, plasma, gas discharge, characteristic spectrum.

Введение

При возбуждении разряда между металлическим электродом и поверхностью жидкой фазы наблюдается перенос в плазму не только молекул растворителя, но и компонентов растворенного вещества. При этом частицы растворенного вещества переносятся в газовую фазу за счет высоких напряженностей электрического поля, создаваемого в ограниченном пространстве газового разряда. Основной вклад в перенос растворителя (воды) из жидкого катода в газовую фазу вносит ионная бомбардировка. При этом процесс переноса подобен катодному распылению. Для решения основной задачи данного исследования важным является тот факт, что ионы металлов, находящиеся в газовой фазе, возбуждаются в переменном электрическом поле и дают характеристическое излучение. Данный факт может быть положен в основу практических способов диагностики содержания металлов в биологических структурах, что может быть использовано для ранней диагностики заболеваний на основе анализа состава клеточного материала, извлекаемого из клетки в газовую фазу.

Изложение основного материала исследования

Главная задача данного исследования состояла в том, чтобы на основе экспериментальных данных предложить идею реализации мобильной установки по диагностике ранних этапов различных расстройств организма человека на основе периодического мониторинга состава клеточных жидкостей. В качестве диагностического средства был использован барьерный разряд переменного тока (частота 25-40 кГц) в воздухе. Падение напряжения в зазоре разрядного промежутка

варьировалось в пределах 3–10 кВ. Конкретное значение напряжения определялось диэлектрическим барьером и свойствами образцов, помещаемых в зону разряда. Оптическая часть установки показана на рис. 1.

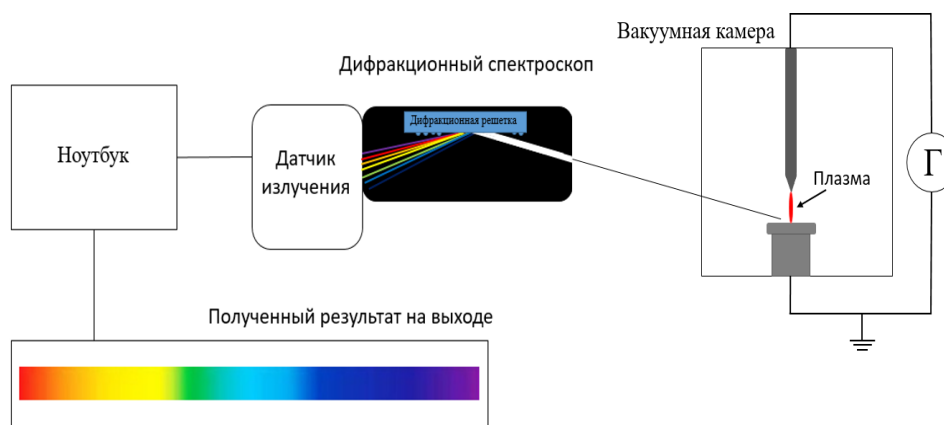


Рис. 1. Схема анализа спектрального состава плазмы в присутствии образцов исследования

Как известно в составе биологических структур находится много различных микроэлементов [1]. Далее приведены спектры излучения для образцов, содержащие катионы Na, K, Fe.

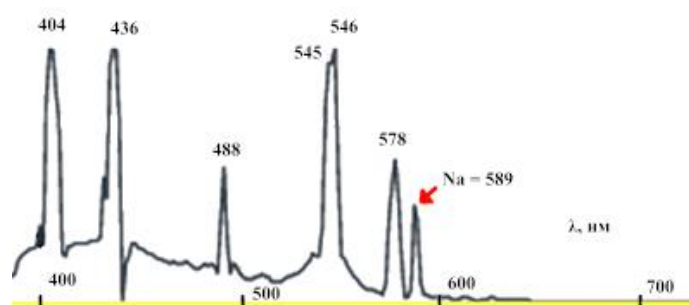


Рис. 2. Спектр NaCl

Как видно из полученного спектра, представленного на рис. 2, хорошо наблюдается линия Na длиной волны 589 нм, кроме того присутствует излучение ртутной лампы ДРШ-250, которому соответствуют длины волн: 404 нм, 436 нм, 545 нм, 546 нм и 578 нм. С целью калибровки, ртутная лампа ДРШ-250 была приведена как оптический источник излучения. Согласно литературным данным переход первого потенциала ионизации Na на длине волны 589 нм имеет относительные интенсивности 80000 и 40000.

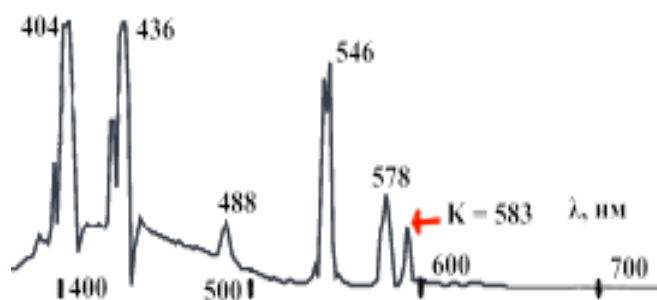


Рис. 3. Спектр KCl

Из полученного спектра, представленная на рис. 3, хорошо наблюдаются линии К длиной волны 583 нм, кроме того присутствует излучение ртутной лампы ДРШ-250 с длинами волн: 404 нм, 436 нм, 546 нм и 578 нм. Также присутствует излучение люминофора длиной волны 488 нм. Согласно литературным данным переход первого потенциала ионизации К на длине волны 583 нм имеет относительные интенсивности 17.

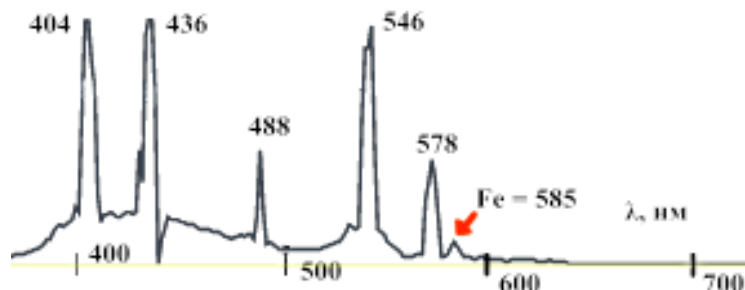


Рис. 4. Спектр FeCl₃

Как видно из полученного спектра, представленного на рис., хорошо наблюдается линия Fe длиной волны 585 нм, кроме того присутствует излучение ранее рассмотренных длин волн, источниками которых является ртутная лампа ДРШ-250 с длинами волн: 404 нм, 436 нм, 546 нм и 578 нм. Также присутствует излучение люминофора длиной волны 488 нм. Согласно литературным данным переход первого потенциала ионизации Fe на длине волны 585 нм имеет относительные интенсивности 2, 5, 129, 41, 8, 2, 76, 115, 6, 25, 7, 540 и 2.

Для элементов Cu, Al, Mn, Mg, Zn также удалось получить характеристические спектры.

Определенный баланс этих микроэлементов очень важен для организма. Так, например, раствор NaCl используют как диуретик при отёке головного мозга и для поднятия давления при кровотечениях. Однако, избыток его приводит к патологическим ситуациям. Так излишки поваренная соль (NaCl) задерживают жидкость в организме и как следствие, приводят к уменьшению калия и кальция в организме, что проявляется нарушением работы нервной системы [2]. С другой стороны, излишки калия в клеточных структурах, называемые гиперкалиемией, могут нарушить передачу клеточных сигналов, вплоть до остановки сердца [3]. Хлорид железа (III), важный компонент крови, оптимальная концентрация которого определяет «здоровую формулу крови» [4]. Важно отметить, что состав клеточных жидкостей часто коррелирует с фактами отравления организма (бытового или иного характера), а также является признаками накопления патогенов в результате контакта с неблагоприятными климатическим и (или) техногенными условиями.

Полученные результаты с использованием не дорогого спектрального прибора (GAIN EXPRESS) позволит предложить для технической реализации прототип диагностического прибора, который можно использовать даже в полевых условиях.

Выводы и перспективы дальнейшего исследования

Итак, в работе показано, что с использованием недорогого оборудования возможно получать характеристические спектры излучения практически всех важных металлов, присутствующих в межклеточных структурах. Эти спектральные данные при условии их статистической обработки могут быть использованы для ранней диагностики расстройств биологических структур, включая человека. Дальнейшее

развитие этого направления в области изучения возможности спектрального контроля анионов, позволит спроектировать устройство для комплексного анализа состояния организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологическая химия с упражнениями и задачами : учебник / под ред. чл.-корр. РАМН С.Е. Северина. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011.— 624 с.
2. Антонов В. Г. / Водно-электролитный обмен и его нарушения : руководство для врачей / В. Г. Антонов, С. Н. Жерегеля, А. И. Карпищенко, Л. В. Минаева ; под ред. А. И. Карпищенко. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 208 с. : ил. — ISBN: 978-5-9704-5506-7.
3. Хили П. М. / Дифференциальный диагноз внутренних болезней: алгоритмический подход / П. М. Хили, Эдвин Дж. Джекобсон ; перевод с английского под ред. докт. мед. наук Д. Ш. Газизовой. — М.: Изд-во БИНОМ, 2018. - 278 с.; ISBN 978-5-9518-0616-1.
4. Долгов В.В., Луговская С.А., Почтарь М.Е., Федорова М.М. Лабораторная диагностика нарушений обмена железа : учеб. пособие / В.В. Долгов, С.А. Луговская, М.Е. Почтарь, М.М. Федорова, ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования». — М.: ГБОУ ДПО РМАПО, 2012. —84 с. ISBN 978-5-7249-1883-1.

УДК 552.577+628.3

А. П. Кебец, О. Г. Морозова, Н. М. Кебец, А. В. Свиридов

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко

СОРБЦИЯ ИОНОВ СТРОНЦИЯ ГУМИНСОДЕРЖАЩИМИ СОРБЕНТАМИ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Аннотация: исследован процесс сорбции ионов стронция из водных растворов гуминсодержащим сорбентом и влияние на него концентрации ионов Sr^{2+} , соотношения твердой и жидкой фаз, времени контакта. Показано, что по сорбционной емкости по отношению к ионам стронция торф значительно превосходит активированный уголь.

Ключевые слова: сорбент, гуминовые вещества, радионуклиды, сорбционная емкость, сорбция.

A. P. Kebets, O. G. Morozova, N. M. Kebets, A. V. Sviridov

SORPTION OF STRONTIUM IONS WITH HUMIC-CONTAINING SORBENTS FROM AQUEOUS SOLUTIONS

Abstract: the process of sorption of strontium ions from aqueous solutions with a humic-containing sorbent and the effect on it of the concentration of Sr^{2+} ions, the ratio of solid and liquid phases, and the contact time were investigated. It is shown that in terms of sorption capacity in relation to strontium ions, peat is significantly superior to activated carbon.

Keywords: sorbent, humic substances, radionuclides, sorption capacity, sorption.

Одними из наиболее опасных загрязнителей среды обитания человека и животных являются тяжелые металлы и радионуклиды, типичными представителями последних являются соединения стронция-90, основным источником поступления которого в окружающую среду было испытание ядерного оружия, а в настоящее время могут являться аварии на атомных электростанциях или предприятиях по переработке ядерного топлива.

Соединения стронция-90 поступают в окружающую среду, в том числе и в воду, в основном, в результате различных техногенных катастроф. К последним следует отнести аварии на Чернобыльской АЭС (26.04.1986 г.) и АЭС «Фукусима» (11.03.2011 г.), а также ядерные аварии на ПО «Маяк» на Южном Урале в 1957 и 1967 годах, когда в окружающую среду было выброшено значительное количество стронция-90.

Стронций по своим физико-химическим характеристикам близок к кальцию и ионы этих элементов являются синергистами; сходство в размерах ионов кальция и стронция обуславливает постоянное присутствие последнего в организме. Организм человека в среднем содержит 320 мг стронция при суточном поступлении 5 мг Sr^{2+} , из которых усваивается примерно 1 мг [1].

Стронций-90 – чистый бета-излучатель с периодом полураспада 29,12 лет. ^{90}Sr и продукты его распада поражают костную ткань и костный мозг (миелотоксичность), что приводит к развитию лучевой болезни, опухолей кроветворной ткани и костей (радиогенная остеосаркома). В отличие от другого опасного для человека радионуклида цезия-137, селективных сорбентов для концентрирования стронция-90 из водных растворов практически нет [2].

Для очистки больших объёмов воды с невысокой концентрацией радионуклидов, чаще всего применяют физико-химические методы, основанные на использовании синтетических ионитов и других сорбентов. Применение таких технологий ограничивается высокой стоимостью сорбентов и необходимостью их периодической регенерации. В последние десятилетия возрос интерес к созданию эффективных и экономичных сорбентов ионов тяжелых металлов на основе гуминовых веществ. Перспективным источником гуминовых веществ является торф, в котором их содержание достигает 75 % [3]. Поэтому научное обоснование и разработка новых технологических решений, обеспечивающих очистку вод от радионуклидов, в частности от ионов стронция-90, является весьма важной и актуальной задачей.

В связи с выше изложенным, целью данной работы является изучение процесса сорбции ионов стронция торфом Мисковского месторождения Костромской области из водных растворов и влияние на этот процесс различных факторов.

При проведении исследований величину сорбции A ионов стронция для каждого раствора вычисляли по формуле (1):

$$A = \frac{1000M(C_0 - C_p)V_0}{m}, \quad (1)$$

где A – величина сорбции, мг/г;

C_0 и C_p – концентрация иона до и после сорбции, моль/л;

V_0 – объём раствора до адсорбции, л;

M – молярная масса иона;

m – масса сорбента (торфа), г.

Сорбцию торфом ионов стронция из водных растворов исследовали в стационарных условиях на модельных растворах в интервале концентраций сорбата Sr^{2+} 10^{-3} – 10^{-2} моль/л при соотношении фаз «твёрдая – жидкая» (Т : Ж) 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100 и различном времени контакта сорбента с раствором. Содержание ионов стронция в растворе в процессе сорбции определяли комплексонометрически.

В результате проведенных исследований установлено, что на основной параметр, который характеризует эффективность сорбента – величину сорбции, а так же на время установление равновесия в системе оказывают влияние все изученные факторы. В качестве примера на рис. 1 приведены изотермы сорбции из растворов с различной исходной концентрацией ионов Sr^{2+} от времени контакта твёрдой и жидкой фаз при соотношении Т : Ж = 1 : 50. Так, при постоянном значении соотношения Т : Ж величина сорбции, возрастает с ростом концентрации ионов Sr^{2+} в исходном растворе и времени контакта твёрдой и жидкой фаз. Причем, чем ниже концентрация ионов стронция в исходном растворе, тем быстрее наступает сорбционное равновесие.

Из приведенных данных следует, что при концентрации ионов Sr^{2+} в исходном растворе 10^{-3} М равновесие достигает постоянного значения через 10 мин и дальнейшее время контакта жидкой и твёрдой фаз практически не оказывает влияние на величину значения сорбции. При увеличении концентрации ионов Sr^{2+} до $5 \cdot 10^{-3}$ М такое же равновесие устанавливается позже, примерно через 60 мин и его значение в дальнейшем не изменяется в течение недели. Такая же закономерность наблюдается и при более высокой концентрации ионов Sr^{2+} , равной 10^{-2} М.

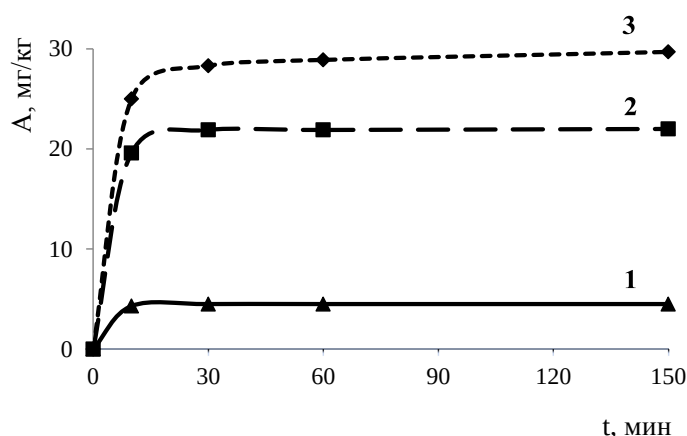


Рис. 1. Изотермы сорбции из растворов с различной исходной концентрацией ионов Sr^{2+} в зависимости от времени контакта твёрдой и жидкой фаз при соотношении Т : Ж = 1 : 50: 1 – 0,001М; 2 – 0,005М; 3 – 0,01М

Исследование сорбции при других соотношениях Т:Ж показало, что независимо от исходной концентрации ионов стронция в растворе практически максимального значения сорбция достигает, как и указывалось выше, через 60 минут, причем значения сорбции, полученные через 30 мин контакта сорбента с раствором, лишь незначительно возрастают с его увеличением. Поэтому оптимальным временем контакта сорбента с раствором при очистке водных растворов от ионов стронция торфом является и 30–60 мин.

Одним из путей повышения адсорбционной емкости гуминсодержащих сорбентов является их модифицирование путем обработки 1,8% раствором соляной кислоты или его щелочная активация 1% раствором NaOH [4]. При этом считается, что кислотное модифицирование приводит не только к удалению минеральных примесей, но и к изменению химического состава торфа: содержание карбоксильных групп увеличивается в 10 раз, а фенольных и карбонильных групп, наоборот, снижается в среднем вдвое.

В качестве примера на рис. 2 представлены результаты влияния модифицирования сорбента соляной кислотой и гидроксидом натрия на процесс сорбции ионов стронция из раствора.

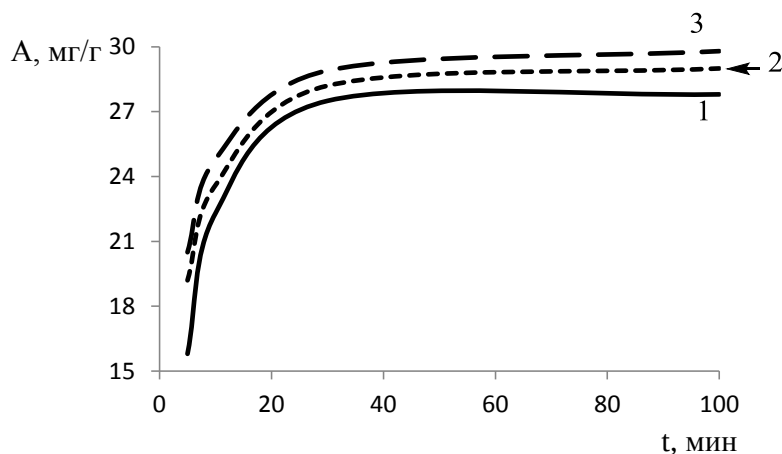


Рис. 2. Изотермы сорбции из раствора с исходной концентрацией ионов Sr^{2+} 0,01 моль/л в зависимости от времени контакта твердой и жидкой фаз при соотношении Т : Ж = 1 : 100: 1 – без обработки ; 2 – активация NaOH; 3 – деминерализация HCl

Полученные нами данные (рис. 2) свидетельствуют о том, что деминерализация и щелочная активация торфа не оказывает существенного влияния на его способность связывать ионы стронция, а поэтому проводить ее нецелесообразно. Кроме того, использование сорбента, полученного путем щелочной обработки гидроксидом натрия приводит к сильному окрашиванию очищаемой воды. Последнее указывает на образование в результате щелочной активации фульвокислот. Полученные результаты могут быть связаны с частичным гидролизом органом-минеральных компонентов торфа в процессах его щелочной обработки и образованием стронцием растворимых солей, в том числе с фульвокислотами. Вероятно, это связано с тем, что большинство двухвалентных катионов, в том числе и Sr^{2+} , могут образовывать с фульвокислотами растворимые в воде соединения, что приводит к тому, что подобные катионы частично остаются в фильтрате в виде фульвинатов после отделения твердой фазы.

Для оценки эффективности сорбционной активности торфа по отношению к ионам стронция в аналогичных условиях провели ряд сравнительных экспериментов по их адсорбции на активированном угле марки БАУ-А. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица. Максимальные значения сорбции ионов Sr^{2+} на активированном угле БАУ-А и торфе Мисковского месторождения

Сорбент	Сорбционная ёмкость, мг/г Sr^{2+}
Активированный уголь БАУ-А	$2,03 \pm 0,05$
Торф	$29,57 \pm 0,14$

Из этих данных следует, что по сорбционной активности по отношению к ионам Sr^{2+} торф не только не уступает активированному углю, но и превышает его (сорбционная емкость торфа в 14–15 раз выше). Более низкую сорбируемость ионов стронция на активированном угле, можно объяснить тем, что стронций является типичным металлом, для которых нехарактерна высокая сорбируемость на неполярных сорбентах, таких как активированный уголь. В то время, как высокая сорбируемость ионов стронция на торфе, по-видимому, в основном, связана с хемосорбцией, обусловленной химическим взаимодействием ионов стронция с различными функциональными группами, входящими в состав гуминовых веществ торфа.

С учетом того, что торф является доступным экологически чистым природным материалом, стоимость которого во много раз ниже, чем активированного угля, его можно считать более подходящим сорбентом для очистки вод от ионов стронция-90.

Анализируя полученные данные по исследованию сорбции ионов стронция из растворов можно сделать важный вывод: зная исходную концентрацию в очищаемой воде ионов Sr^{2+} можно подобрать оптимальные условия ее очистки (Т : Ж, время фильтрации) от этих ионов. Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологии сорбционной очистки воды от ионов стронция-90 в широком диапазоне их концентраций с использованием гуминсодержащего сорбента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд [и др.]; под ред. Ю.А. Ершова. М.: Высшая школа, 2000. 560 с.
2. Никифоров А. Ф., Юрченко В.В. Сорбция радиоактивного стронция из водных растворов модифицированным гидролизным лигнином / Сорбционные и хроматографические процессы – 2010. – т.10.- вып.5. – С. 676–684.
3. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации учебник для вузов. М.: Изд.-во МГУ, 1990. 325 с.
4. Никитина И. М. Разработка способа получения реагента на основе торфа для снижения содержания тяжелых металлов в сточных водах горных предприятий; автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 25.00.36 – Москва, 2015.

УДК: 37.014

В. В. Король, М. Бабаназарова, Н. А. Даньшина, М. С. Кривченкова

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ КРИТЕРИЕВ БЛАГОПОЛУЧИЯ ОБЩЕСТВА

Аннотация: проблемы, связанные с сохранением и укреплением здоровья населения как никогда актуальны в современном мире. Очевидно, что формирование постулатов здорового образа жизни должно начинаться с детства с учётом особенностей социально-экономической и политической ситуации. Следует отметить, что количество факторов рисков нарушения здоровья у подрастающего поколения неуклонно растёт, а динамическое наблюдение за особенностями анатомо-физиологических показателей детей и подростков обнаруживает стойкую тенденцию их ухудшения. Инициативы правительства РФ направлены на изменение неблагоприятной тенденции, однако значимую роль по-прежнему должно играть качественное образование, развивающее потребность у обучающихся в активном отдыхе, что является действенным способом избежать многих вредных привычек, а также постоянный анализ рисков ЗОЖ, возникающих в современном обществе.

Ключевые слова: здоровье, образование, здоровый образ жизни, современные риски, инициативы в области ЗОЖ.

V. V. Korol, M. Babanazarova, N. A. Danshina, M. S. Krivchenkova

THE HEALTH STATUS OF THE POPULATION AS ONE OF THE MAIN CRITERIA FOR THE WELL-BEING OF SOCIETY

Abstract: problems related to the preservation and strengthening of public health are more relevant than ever in the modern world. It is obvious that the formation of the postulates of a healthy lifestyle should begin from childhood, taking into account the peculiarities of the socio-economic and political situation. It should be noted that the number of risk factors for health disorders in the younger generation is steadily growing, and dynamic observation of the features of anatomical and physiological indicators of children and adolescents reveals a persistent tendency for their deterioration. The initiatives of the Government of the Russian Federation are aimed at changing the unfavorable trend, but a significant role should still be played by high-quality education that develops the need for active recreation among students, which is an effective way to avoid many bad habits, as well as a constant analysis of the risks of healthy lifestyle that arise in modern society.

Keywords: health, education, healthy lifestyle, modern risks, initiatives in the field of healthy lifestyle.

Состояние здоровья населения – это один из главных критериев благополучия общества, поэтому приоритетной задачей каждого цивилизованного государства является создание благоприятных условий для жизнедеятельности людей. Особенно большое внимание уделяется детям, их здоровью, воспитанию и образованию, так как они – будущее страны.

Вне зависимости от социально-экономической и политической ситуации в обществе здоровье подрастающего поколения, его гигиеническое благополучие в социальной сфере является объектом первостепенной значимости и актуальной проблемой, поскольку именно эти составляющие существенно определяют будущее

Отечества и генофонд нации. Следует понимать, что именно показатели здоровья школьников, а также высокий уровень их гигиенического мировоззрения, без которого невозможно их сохранять, являются качественным барометром социально-экономического развития страны наряду с прочими показателями демографии [1,3].

Проанализировав Закон РФ «Об образовании», можно утверждать, что проблема сохранения здоровья школьников, также как и деятельность по профилактике факторов риска его нарушений – приоритетное направление государственной политики в области образования. Образовательная деятельность школы, несомненно, в современном мире первостепенна, но вместе с тем, она немыслима без постоянной заботы о здоровье учащихся, без осуществления мероприятий по его сохранению и укреплению.

Здоровье – это не просто отсутствие болезней или физических дефектов, но и психическое и духовное, и, как следствие, социальное благополучие, а значит, от совокупности этих факторов зависит и успешность любого общества, начиная от малой ячейки его, семьи, и заканчивая государством; поэтому важно наличие гармоничного воспитания подрастающего поколения, как физическом плане, так и в духовном.

Следует признать тот факт, что количество факторов рисков нарушения здоровья у школьников неуклонно растёт, а динамическое наблюдение за особенностями анатомо-физиологических показателей детей и подростков обнаруживает стойкую тенденцию их ухудшения. Наряду с ростом хронических форм заболеваний при переходе из класса в класс снижается количество здоровых детей, и, как следствие, индекс здоровья.

В последние десятилетия проводимые исследования показывают значительный рост патологий, проблем в физическом и психологическом развитии, и планомерное ежегодное снижение количества здоровых детей на 4–5 % [1,2].

В высокой степени снижение уровня здоровья школьников появляется от низкого уровня грамотности в вопросах сохранения и укрепления здоровья самих учащихся и их родителей.

Для успешного и комплексного решения данной проблемы в России инициировано президентом В.В. Путиным 13 национальных проектов, обеспечивающих достижения национальных целей и целевых показателей. Охватывая различные сферы развития общества они, безусловно, способствуют улучшению окружающей среды, условий жизни населения разных возрастов.

Особенно большое внимание уделяется детям, их здоровью, воспитанию и образованию, так как они – будущее страны.

Национальный проект «Образование» от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и включает в себя десять федеральных проектов, в которых поставлены многие цели, уже некоторые из них реализовались в разных регионах России.

Инициативы проекта, в первую очередь, касаются преобразований в школе, продиктованных современностью, необходимостью гуманизации учебно-воспитательного процесса, где учащиеся не будут его объектом, а станут полноправным субъектом, принимающим в нём активное участие, что поможет их личностному самоопределению, раскрытию их духовного и физического потенциала [3].

Индивидуальный подход к обучающимся способствует развитию у них одного из основных компонентов, формирующих социогенез личности: осмысленность в приобретении знаний, а по мере взросления – и жизни, именно она является условием для становления гармонично, непрерывно творчески и физически развивающегося индивидуума, его душевного равновесия и благополучия [3].

Именно таким качеством должно обладать поколение социума высоких технологий, в котором картина мира быстро меняется. В нём важно осознание не только необходимости постоянного обучения или переобучения, овладения смежными знаниями и профессиями, но, чтобы быть востребованным и успешным в глобализированном, взаимосвязанном мире, понимать важность сохранения главной ценности для человека – здоровья, условием которого является правильный образ жизни. Как свидетельствует опрос представителей молодого поколения, ЗОЖ стал сейчас модной тенденцией и является альтернативой вредным привычкам, например, курению и злоупотреблению алкоголем.

Следовательно, опираясь на существенную базу, созданную и создаваемую государственными структурами для духовного и физического роста молодого поколения, образовательная система России и, безусловно, школа, в которой подрастающее поколение в период своего личностного и физического развития проводит большую часть активного времени, обязана активно поддерживать инициативу «Национальных проектов», используя современные подходы в профилактике факторов риска нарушения здоровья учеников в течение всего периода обучения, не усугубить те отклонения в здоровье, с которыми дети пришли в школу, а по возможности добиться стойкой или полной их ремиссии.

Реализация этой задачи требует:

- создать в учебном заведении благоприятные условия для сохранения здоровья учеников;
- систематически проводить мониторинг их физического и психологического состояния;
- научить детей и подростков заботиться о своём здоровье и здоровье окружающих их людей как высшей ценности человека, залоге его качественной жизни;
- развивать у детей аналитический ум и перспективное мышление, так как человек, владеющий данной компетенцией, предусматривает возможные проблемы и заранее разрабатывает несколько планов их решения, что помогает осознанно подходить к своим поступкам, избегая необоснованного риска.

Эта же идея – мотивирование граждан всех возрастов на здоровый образ жизни является главной в другом национальном проекте «Демография», рассчитанном пока на период с 2019–2024 годы, в котором основной постулат: здоровье – это главная ценность жизни, оно занимает высокую ступень в иерархии потребностей человека, важный компонент счастья, одно из ведущих условий успешного и социального развития государства.

Данный проект касается всех граждан страны: и семей с детьми, и активного долголетия, занятости населения и здорового образа жизни. Инициативы проекта имеют широкий диапазон: оказывается разнообразная помощь семьям с детьми, главная мера – получение материнского капитала с момента планирования прибавления в семье. Активно создаются условия для занятий физической культурой и спортом в различных регионах России: по нацпроекту в 2021 году заработали 77 спортивных объектов: спортивные площадки возле домов, что позволяет в

шаговой доступности вести здоровый образ жизни; многофункциональные спортивные площадки, на которых круглогодично смогут заниматься более 1,5 тыс. человек, секторы для молодёжной спортивной субкультуры – стритбола, воркаута, уличные тренажёры.

Следует заметить, что в городе Орле вскоре построят очередной ФОКОТ (оздоровительный комплекс открытого типа) стоимостью 65,4 миллиона рублей, где будут круговая беговая дорожка с качественным лёгкоатлетическим покрытием, площадки для пляжного футбола и волейбола.

Как свидетельствуют многие факты, государством активно развивается и социальная и спортивная инфраструктура, а задача среднеобразовательных заведений – развить потребность у обучающихся в активном отдыхе, что является действенным способом избежать многих вредных привычек и, как следствие их – хронических болезней в подростковом и зрелом возрасте.

Для того чтобы подрастающее поколение умело предвидеть риски для своего здоровья, понимало их пролонгированное, а порой необратимое отрицательное воздействие их на организм, выработало тактику предусмотрительного отношения к ним, а также стремление к здоровому образу жизни, необходимо осознать, что каждой эпохе развития человечества присущи типичные черты, что влечёт за собой возникновение и новых угроз для здоровья людей, увеличивая количество тех, которые были в предыдущее времена.

Главными факторами риска для здоровья являются следующие: курение, злоупотребление алкоголем, нерациональное питание, гиподинамия, психоэмоциональный стресс, наркомания – именно в результате их возникают неблагоприятные условия, негативно воздействующие на здоровье индивидуума, самолично им созданные, его активной нерациональной деятельностью и зависимостью от вредных привычек.

Следовательно, мотивируя подрастающее поколение на здоровый образ жизни необходимо учитывать совокупность факторов риска, то есть отличать первичные, например, которые действуют первично, то есть являются причиной болезни или врождёнными патологическими состояниями, и вторичные по отношению к различным заболеваниям, нередко обусловленные неправильным образом жизни или вредными привычками.

Как считают эксперты, возникновение вторичных и последующих факторов риска для здоровья обусловлено тем, что люди в большинстве своем не способны предугадать последствий приняты ими решений или открытий во всей полноте, для осознания их меры отрицательного воздействия на свой организм, поэтому, чем раньше человек осознаёт губительность своего поведения или действий, тем быстрее сможет минимизировать их влияния на организм [1].

Необходимо убедительно донести до современного подрастающего поколения, что погоня за лёгкой жизнью не раз заводила человечество в тупик. Один из «железных законов» истории: роскошь превращается в необходимость и порождает новые обязанности в связи с отрицательным воздействием её на организм индивидуума и на окружающую его среду, от состояния которой напрямую зависит его здоровье.

Как только человек привыкает к новому удобству, он принимает его как само собой разумеющееся, а потому рассчитывает на него, наступает момент, когда уже обойтись без него не может, о чём свидетельствуют все интеллектуальные завоевания

человечества от «приручения» в своих целях открытого огня до высоких технологий в наше время.

Так, за последние десятилетия люди изобрели различную бытовую технику, которая экономит им время, наконец, мобильные телефоны, компьютер, Интернет, социальные сети, но вместе с ними возникли новые проблемы и риски для здоровья.

Предполагалось, что жизнь станет спокойнее и приятнее, однако скорость нашей жизни увеличилась, а с ней возросло и количество рисков для здоровья. Люди постепенно попадают в ловушку общества потребления, научных достижений, ими же открытыми.

История развития человечества, начиная от аграрной революции и кончая нашим временем, первыми десятилетиями XXI века, показывает несовпадение эволюционного успеха и личного благополучия. Стремительный рост коллективной мощи всегда сопровождается ростом индивидуальных страданий, что и можно отметить в эпоху высоких технологий, интернета и цифровизации.

Однако известно, что знания бесконечны и, безусловно, это не предел для человеческой мысли, высокие технологии не стоят на месте, а значит – и к новым вызовам нужно быть готовыми.

К сожалению, история знает немало сомнительных достижений прогресса, которые оказались ложными, приносят страшные последствия, но осознаются гораздо позднее, десятилетия или столетия спустя. Например, человекоподобные роботы, искусственный интеллект вызывает в настоящее время тревогу: не станут ли люди эмоциональными изживенцами, не обернется ли это утратой способности общения с людьми, которой в некоторых семьях уже не хватает, особенно детям, в нашем обществе высоких технологий, интернета, социальных сетей.

Таким образом, главная задача образовательной системы на всех её уровнях совместно с различными государственными и общественными структурами, которые, как было выше сказано, приняли ряд необходимых действенных мер для культурного, физического и нравственного развития подрастающего поколения, используя современные педагогические инструменты профилактики риска нарушений у обучающихся, исходя из особенностей настоящего времени и подрастающего поколения: минимизировать риски нарушения физического и психического здоровья учеников, а также увеличить количество сторонников ЗОЖ, – что в дальнейшем приведёт к росту СПЖ (средней продолжительности жизни) и активному долголетию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия «Здоровье и развитие подростков России» (гармонизация европейских и российских подходов к теории и практике охраны и укрепления здоровья подростков). Монография / авт. А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.С. Намазова-Баранова и др. М.: Издательство «ПедиатрЪ», 2014. - 112 с.
2. Писарева А.Н. Образ жизни и поведенческие факторы риска формирования здоровья школьников [Текст] / А.Н.Писарева // Медицинский альманах. - 2017. - № 2 (47). - С. 49 - 52.
3. Яковлев А.Н. Инновационная педагогическая система здоровьесберегающих и телесноформирующих технологий [Текст] / А.Н.Яковлев // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. - 2017. - Т. 9. - № 1 (36). - С. 119 - 129.

УДК 66.013,623.459

П. Н. Косырев

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В МЧС РОССИИ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Аннотация: статья посвящена определению перспективных направлений развития технических средств радиационной, химической и биологической (РХБ) разведки в МЧС России полученных в результате анализа основных задач и приоритетных направлений развития ресурсного обеспечения мероприятий, направленных на обеспечение РХБ защиты населения. Приведены случаи практического применения роботов и сопутствующих технологий в борьбе с пандемией COVID-19. На основе, созданной в настоящее время в МЧС России Системы робототехники, обоснованы основные задачи и перспективные направления разработки робототехнических комплексов в МЧС России для ведения РХБ разведки с учётом современных угроз РХБ характера.

Ключевые слова: выявление и оценка РХБ обстановки, обеспечение РХБ защиты населения, система робототехники, средства РХБ разведки, чрезвычайная ситуация.

P. N. Kosyrev

PROMISING DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF ROBOTIC COMPLEXES IN EMERCOM OF RUSSIA FOR RADIATION, CHEMICAL AND BIOLOGICAL INTELLIGENCE

Abstract: the article is devoted to the definition of promising directions for the development of technical means of radiation, chemical and biological (RCB) reconnaissance in the Russian Emergencies Ministry obtained as a result of an analysis of the main tasks and priority areas for the development of resource support for activities aimed at ensuring RCB protection of the population. Cases of practical application of robots and related technologies in the fight against the COVID-19 pandemic are given. On the basis of the Robotics System currently created at the Russian Emergencies Ministry, the main tasks and promising directions for the development of robotic systems in the Russian Emergencies Ministry for conducting NBC reconnaissance, taking into account modern NBC threats, are substantiated.

Keywords: identification and assessment of the NBC situation, ensuring the NBC protection of the population, robotics system, NBC reconnaissance means, emergency.

Введение

В МЧС России разработана и утверждена Решением коллегии от 4 декабря 2019 г. № 8/II Концепции РХБ защиты населения (Концепция), представляющая собой систему взглядов на деятельность по обеспечению и совершенствованию РХБ защиты населения [1].

Российская Федерация при обеспечении РХБ защиты населения на долгосрочную перспективу исходит из необходимости постоянного совершенствования системы РХБ защиты населения, а также политических, организационных, социально-экономических, информационных, правовых и иных мер, направленных на решение следующих *основных задач*:

предотвращение и снижение вероятности возникновения угроз РХБ характера;
выявление и оценка РХБ обстановки как при угрозе, так и при возникновении чрезвычайных ситуаций РХБ характера;

непосредственная защита населения от поражающих факторов РХБ характера, как в мирное, так и в военное время;

ликвидация чрезвычайных ситуаций РХБ характера.

Актуальность проблемы настоящего исследования подтверждается положениями, содержащимися в Концепции. Так *внедрение робототехнических средств радиационной, химической и биологической разведки, включая беспилотные летательные аппараты*, является в числе приоритетных направлений развития ресурсного обеспечения мероприятий по РХБ защите населения.

Анализ последних научных исследований показал, что направления развития робототехнических средств, включая беспилотные летательные аппараты, предназначенные для ведения РХБ разведки, зависят от современных угроз РХБ характера, определённых в:

1) Основах государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу, утвержденных Указом Президента Российской Федерации от 13 октября 2018 г. № 585;

2) Основах государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу, утвержденных Указом Президента Российской Федерации от 11 марта 2019 г. № 97.

3) Федеральном законе Российской Федерации от 30 декабря 2020 года № 492 «О биологической безопасности в Российской Федерации».

Цель настоящего исследования заключается в определении перспективных направлений разработки робототехнических комплексов в МЧС России для ведения РХБ разведки. Для достижения поставленной цели проведён анализ вопросов практического применения роботов и сопутствующих технологий в России и за рубежом.

Начало отечественных исследований по проблеме создания робототехнических средств (РТС) для применения в экстремальных условиях относится к 1986 году. Толчком к становлению развития проблемы создания робототехнических средств стала авария на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) в 1986 году. Эта авария послужила мощным импульсом развития робототехники и опыта применения РТС при ликвидации ЧС.

Высокий уровень радиоактивного загрязнения окружающей среды в результате аварии на ЧАЭС обусловил необходимость разработки и применения РТС для ликвидации последствий ЧС.

При ликвидации последствий аварии на ЧАЭС использовались различные роботы как отечественного, так и иностранного производства.

В соответствии с данными, приведенными в работе [2] в МЧС России, Минобороны России, Росгвардии и Росатоме имеется группировка из беспилотных авиационных систем (БАС), а также мобильных робототехнических комплексов (РТК) различного назначения.

В настоящее время активно ведутся работы по развитию Концепции роботизированного комплекса для проведения поисково-спасательных операций в условиях Арктики и крайнего севера [3].

Известны случаи практического применения роботов и сопутствующих технологий в борьбе с пандемией COVID-19. Колёсные и гусеничные платформы, коллаборативные роботы, автономные наземные и воздушные доставщики нашли неожиданное применение для помощи медикам и спасательным службам в условиях чрезвычайной ситуации и карантина, в котором оказалось более половины населения Земли. Создание новых решений для *безлюдной дезинфекции* и оперативное дооснащение роботизированных транспортных платформ для применения в качестве *роботов-дезинфекторов* стало наиболее очевидным и быстро развивающимся направлением реагирования на развитие пандемии (рис.1) [4].



Рис. 1. Наземный робот R80 производства ХАГ распыляет дезинфицирующее средство в Китае

Основополагающим фактором использования роботов является решение двуединой задачи - эффективной ликвидации ЧС и обеспечения безопасности спасателей при проведении особо опасных операций, например, в зонах радиационного и химического загрязнения и т. п.

В настоящее время в МЧС России создана Система робототехники, представляющая собой совокупность взаимосвязанных сил, средств, системы управления и обеспечивающих подсистем, деятельность которых направлена на создание, развитие, эксплуатацию и применение робототехнических средств (комплексов, систем, устройств) специального и двойного назначения для решения задач в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах и других специальных задач (работ) в соответствии с осуществляемыми МЧС России основными функциями [5].

Рассматриваемая система робототехники МЧС России включает в себя структурные подразделения центрального аппарата, подразделения территориальных органов и учреждений МЧС России: спасательные воинские формирования (СВФ); поисково-спасательные формирования (ПСФ); территориальные органы (ТО); ситуационные центры (СЦ); специальные, пожарно-спасательные части (СПСЧ); научно-исследовательские институты (НИИ); образовательные организации высшего образования (ООВО) (рис. 2) [5].

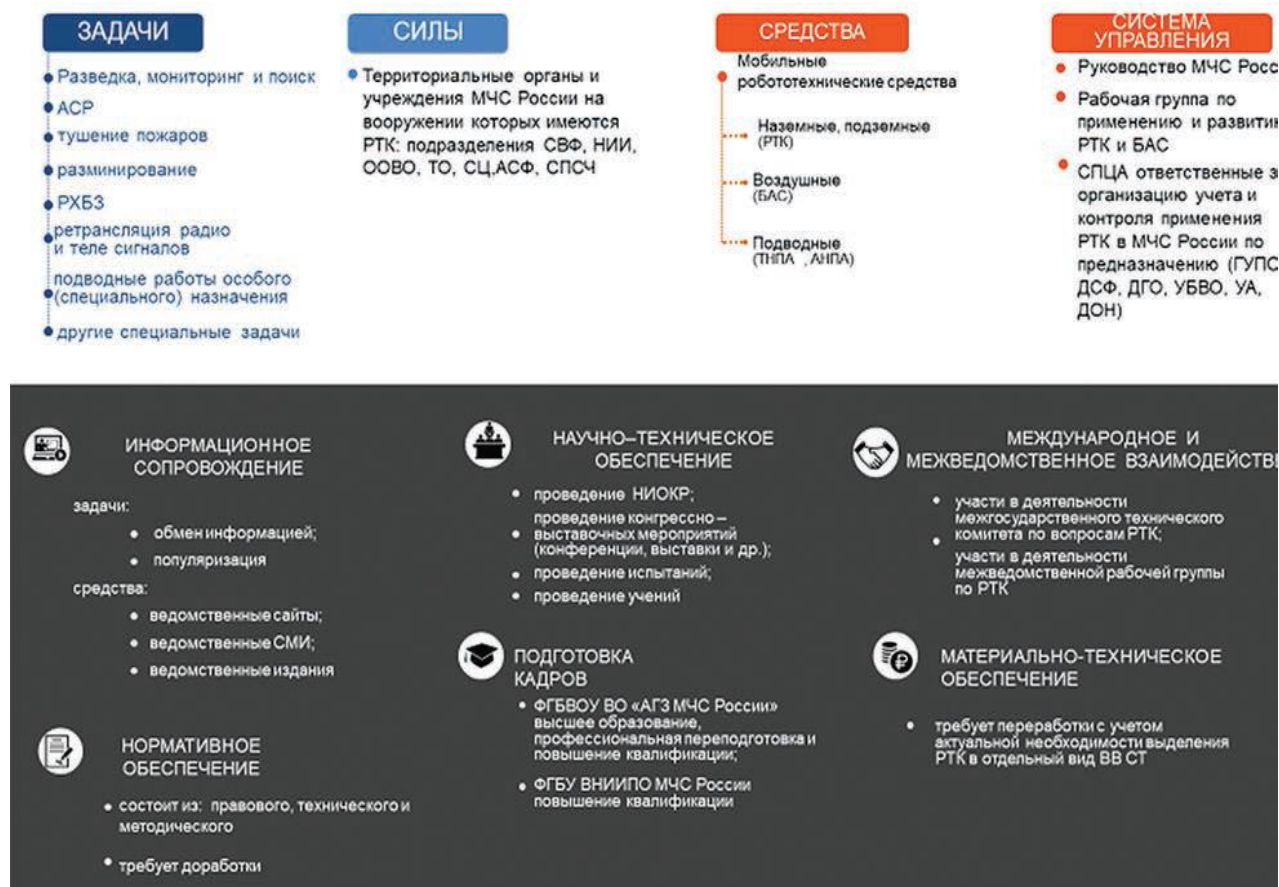


Рис. 2. Существующая система робототехники МЧС России

На представленных рисунках видно, что в качестве одной из приоритетных задач, для выполнения которых в МЧС России применяются роботы, является **выполнение мероприятий по РХБ защите**.

В условиях сохраняющейся опасности применения радиационно, химически и биологически опасных веществ в локальных военных конфликтах и террористических актах разработка современных средств РХБ разведки является приоритетным направлением развития средств защиты от оружия массового поражения (ОМП). Обеспечение безопасности спасательных воинских формирований, действующих на зараженной местности, остается одной из ключевых проблем, сопровождающих ведение РХБ разведки. В целях предотвращения поражения личного состава в ходе таких работ используются оснащенные необходимой аппаратурой специальные роботизированные средства.

Именно на них военное руководство ведущих зарубежных стран, и в частности США, перекладывает решение ряда боевых и обеспечивающих задач. В настоящее время в США имеются различные мобильные роботы и робототехнические системы, способные заменить человека в условиях, где его пребывание связано с опасным воздействием вредных факторов окружающей среды, в том числе РХБ заражения. Наиболее представительными образцами являются (табл.) [6]:

Таблица. Тактико-технические характеристики робототехнических средств РХБ разведки армий ведущих зарубежных стран

Наименование образца	Defender	TALON	CUGR
Тактико-технические характеристики			
Дальность управления по радиоканалу, м	до 1000	до 1200	до 2500
Дальность управления по проводам, м	до 500	до 500	до 500
Максимальная скорость, км/ч	8	10	12
Масса, кг	200	150	74

Анализ таблицы показывает, что робототехнические комплексы развиваются в следующих направлениях:

- увеличение дальности действия;
- увеличение скорости ведения РХБ разведки;
- снижение массогабаритных характеристик;
- повышение автономности и помехозащищенности каналов управления и связи.

В Вооруженных силах Российской Федерации также продолжают исследования по совершенствованию робототехнических комплексов. Достаточно подробный анализ робототехнических комплексов (средств) РХБ защиты Вооруженных сил Российской Федерации представлен в работе [7]. По мнению автора, дальнейшие работы в области создания РТК должны ориентироваться на расширение возможностей их применения для выполнения задач РХБ защиты, а также на повышение их автономности путём внедрения в них результатов исследований и разработок в области методов и систем искусственного интеллекта.

Проведенные исследования перспектив развития наземных робототехнических комплексов в Российской Федерации и в зарубежных странах показали, что робототехнические комплексы, выполняющие задачи по ведению РХБ разведки, *должны выполнять следующие задачи:*

- ведение РХБ разведки местности с помощью бортовых приборов;
- доставка и установка в опасные зоны датчиков, автономных приборов и оборудования, предназначенного для автоматического контроля РХБ обстановки;
- выявление и обозначение границ опасных участков;
- отбор проб воздуха, воды, почвы, растительности и других материалов для их дальнейшего исследования в РХБ лаборатории;
- обеспечение локализации опасных источников.

Для выполнения всех этих задач подвижные робототехнические комплексы должны оснащаться приборами РХБ разведки различного типа и назначения.

Управление ими должно осуществляться оператором с автоматизированного рабочего места, на которое передается изображение с камер внешнего наблюдения. Программное обеспечение АРМ должно позволять составлять подробный отчет о РХБ обстановке и отправлять его на командный пункт по беспроводным каналам связи.

Мобильные роботы и робототехнические системы, должны заменить человека в условиях, где его пребывание связано с опасным воздействием вредных факторов окружающей среды, в том числе РХБ заражения.

Наиболее перспективными направлениями разработки робототехнических комплексов для ведения РХБ разведки в МЧС России являются:

- тяжелый робот РХБ разведки на гусеничной базе, предназначенный для обнаружения точечных источников РХБ заражения и обезвреживания взрывных устройств. Установка приборов РХБ разведки производится в зависимости от целей применения;

- робот РХБ разведки на колесной базе, предназначенный для обнаружения радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ), биологических патогенных агентов (БПА) и взрывчатых веществ (ВВ), как на открытых участках местности, так и в помещениях. В типовом варианте робот должен оснащаться автоматическим газосигнализатором и радиометром, а в перспективе – прибором химического контроля.

Тактико-технические характеристики предполагаемых к разработке робототехнических средств РХБ разведки:

дальность управления по радиоканалу, м.....	1000-3000
дальность управления по проводам, м.....	до 500
максимальная скорость, км/ч.....	8-12

В качестве основы для создания перспективных робототехнических комплексов для ведения РХБ разведки в МЧС России предлагается изучить возможность использования, переданных в МЧС России из Фонда перспективных исследований, следующих результатов интеллектуальной деятельности:

робототехническая платформа с гусеничным двигателем (РТП-ГД1 и РТП-ГД2);

робототехническая платформа с колёсным двигателем (РТП-КД).

Выводы и перспективы дальнейших исследований

1. Реализация разработанного облика перспективной системы робототехники МЧС России, решающей, в том числе задачи по РХБ разведке, позволит значительно повысить оснащенность реагирующих формирований МЧС России робототехническими комплексами, качество эксплуатации РТК и, в конечном счете, эффективность применения РТК при ликвидации чрезвычайных ситуаций с РХБ фактором и тушении крупных пожаров.

2. С учётом современной геополитической обстановки представляется вполне оправданным проведение дополнительных научных исследований по повышению эффективности применения беспилотных летательных аппаратов, в том числе и для ведения РХБ разведки.

3. Проведённые исследования символичны и связаны с тем, что 16 сентября 2022 года исполнилось 25 лет, как в МЧС России появилось первое штатное робототехническое подразделение. В настоящее время робототехника является одним из перспективных и приоритетных направлений совершенствования возможностей МЧС России [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция радиационной, химической и биологической защиты населения, утверждена на заседании коллегии МЧС России от 04.12.2019, протокол № 8/ II.
2. Овчинников В.В., Мингалеев С.Г., Жесткова С.Г. Перспективы развития робототехнических комплексов для решения задач единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Технологии гражданской безопасности, том 15, 2018, № 3 (57).
3. Половко С.А., Павлов Е.В., Шубин П.К., Кулешова М.В. Концепция аэромобильного роботизированного комплекса для проведения поисково-спасательных операций в условиях Арктики и крайнего севера. Робототехника и техническая кибернетика 8(3)/2020.
4. Ефимов А.Р., Гонноченко А.С., Пайсон Д.Б., Дюгованец Ю.И., Цыганков В.А., Морошкин С.Д., Левицкий Б.И., Вольнова Т.А., Зуев А.В. Практическое применение роботов и сопутствующих технологий в борьбе с пандемией COVID-19. Робототехника и техническая кибернетика 8(2)/2020.
5. Асхадеев А.И., Павлов Е.В., Баранник А.Ю., Лагутина А.В., Козлов В.И., Пеньков И.А., Чирко О.В. Система робототехники МЧС России. Состояние и перспективы развития. «Технологии гражданской безопасности», том 19, 2022, № 2 (72).
6. Лопатина Н.Б., Фролов Д.В. Анализ перспектив развития наземных робототехнических комплексов для ведения радиационной, химической и биологической разведки в США. Робототехника и техническая кибернетика 4(17)/2017.
7. Аккузин К.Н. Робототехнические комплексы (средства) войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации (лекция). Вестник войск РХБ защиты. 2021. Том 5. № 1.
8. Гражданская защита № 9 (565). 2022. Научно-практический и методический журнал. С. 86.

УДК 614(076); 303.442.3; 327.5

М. В. Кузнецов, К. А. Агеева, А. В. Сафонов
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

ОЦЕНКА НАЛИЧИЯ И СОСТОЯНИЯ СРЕДСТВ КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В НЕКОТОРЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ С УЧЁТОМ СОВРЕМЕННЫХ УГРОЗ

Аннотация: в рамках аналитических исследований, касающихся совершенствования способов инженерной защиты населения зарубежных стран от современных угроз природного, техногенного и военного характера, был проведен анализ методологии формирования, эксплуатации и ресурсного обеспечения защитных сооружений гражданской обороны и управления ими в 27 странах мира на основании сведений, полученных из открытых источников.

Ключевые слова: инженерная защита населения, защитные сооружения гражданской обороны, уровень обеспеченности, состояние и финансирование, перспективы.

M. V. Kuznetsov, K. A. Ageeva, A. V. Safonov

ASSESSMENT OF THE AVAILABILITY AND CONDITION OF MEANS OF COLLECTIVE PROTECTION OF THE POPULATION IN SOME FOREIGN COUNTRIES, TAKING INTO ACCOUNT MODERN THREATS

Abstract: an analysis of the methodology for the formation, operation and resource provision of civil defense protective structures and their management in 27 countries of the world was carried out on the basis of information obtained from open sources within the framework of analytical studies, concerning the improvement of methods of engineering protection of the population of foreign countries from modern threats of natural, man-made and military nature.

Keywords: engineering protection of the population, protective structures of civil defense, the level of security, condition and financing, prospects.

В рамках проведенных исследований был осуществлен анализ методологии формирования, эксплуатационной готовности, а также ресурсного обеспечения защитных сооружений гражданской обороны (ЗС ГО) и управления ими в различных странах мира на основании информации из открытых источников. По результатам анализа полученных сведений были сделаны выводы о применяемых схемах финансирования мероприятий по обеспечению населения ЗС ГО; о степени готовности и уровня обеспеченности населения ЗС ГО; о тех или иных типах ЗС ГО, используемых в каждой стране; о перспективных планах развития систем защиты населения от угроз различных типов в 27 странах мира, в том числе в странах НАТО, а также в других государствах, например, в Австралии, в Швейцарии и др., в соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 05.03.2022 г. № 430-р «Об утверждении перечня иностранных государств и территорий, совершающих недружественные действия в отношении Российской Федерации, российских юридических и физических лиц» [1].

Централизованные общегосударственные мероприятия по финансовой поддержке строительства новых, а также по совершенствованию и поддержанию в готовности имеющихся ЗС ГО осуществляются далеко не во всех государствах. Единые государственные системы с централизованным финансированием мероприятий по созданию и обеспечению населения средствами коллективной защиты имеют место в 6 странах из числа рассмотренных: Китай, Финляндия, Палестина, Сербия, Швеция, Тайвань (Таблица). В ряде стран предусмотрено финансирование такого рода мероприятий государством совместно со структурами бизнеса, а также частными инвесторами в виде налоговых льгот, кредитов и субсидий. Подобная схема реализуется в 10 странах, таких как: США, Сингапур, Израиль, Швейцария, Греция, Кипр, Азербайджан, Беларусь, Болгария и Казахстан. Вместе с тем практически полное отсутствие (или крайне низкий уровень) государственной поддержки мероприятий по защите населения в настоящее время имеет место в 11 странах, включая ряд наиболее экономически развитых государств мира, а также активных членов НАТО, таких как: Германия, Канада, Норвегия, Испания, Франция, Австралия, Нигерия, Алжир, а также Албания, Польша и

Румыния. В подавляющем большинстве стран (в 22-х из 27-и) ЗС ГО всех типов - ПРУ, убежища и укрытия строятся и поддерживаются в готовности со времен холодной войны. Исключением в данном случае являются 5 стран: Палестина, Азербайджан, Нигерия, Алжир и Австралия, ПРУ на территориях которых отсутствуют, а имеют место только убежища и укрытия.

Одним из основных показателей уровня защищенности населения от угроз различных типов, обеспечиваемых государством, является процент укрываемых, который может быть обеспечен за счет имеющихся в наличии ЗС ГО, рассчитываемый исходя из общего населения страны. Данный показатель в разных странах существенно различается от крайне незначительного (менее 1 % и практически полного отсутствия обеспеченности защитными сооружениями) до уровня, даже превышающего 100%. В некоторых странах этот процент крайне незначителен: (менее 1 %) - Палестина, Азербайджан, Нигерия, Алжир, Испания, Франция и Австралия. Официальные информация по Канаде и Китаю отсутствует, хотя по разным данным, только в Пекине построено более 30 убежищ общей вместимостью до 3 млн человек. Также крайне низкий процент укрываемых имеет место в Польше (менее 4 %), Сербии (порядка 12 %), в Румынии и Болгарии (15 %). В настоящее время (с 2022 г.) Польша проводит полную инвентаризацию убежищ страны на случай любой ЧС. 62 тыс. гражданских убежищ в стране в совокупности способны принять около 1.3 млн чел., что эквивалентно лишь примерно 3.4% населения. В Румынии действует около 7 тыс. убежищ ГО, где могут укрыться до 2 млн чел. Все эти убежища находятся под контролем Министерством национальной обороны еще с 1980-х гг. Бухарест на сегодняшний день является городом с около 4 тыс. бункеров, по данным инспекции по ЧС, где могут укрыться более 1 млн чел. Из них 1500 находятся в подвалах зданий, в подземных автостоянках или на станциях метро. В Греции и на Кипре процент укрываемых составляет порядка 20 %, а в Беларуси - порядка 30 %. Более значительный уровень обеспеченности населения ЗС ГО имеет место в Германии - 40 %, а также в Норвегии - 50 %. Например, в Германии в настоящее время нет действующих убежищ. В конце 1950-х годов федеральное правительство приняло решение о создании системы бункеров. После 1963 г. была запущена программа ремонта все еще существующих бункерных систем, а в 1967 г. был принят закон, в соответствии с которым ЗС ГО могут быть проданы и преобразованы владельцем без требований гражданской защиты населения. По данным государственного управления Норвегии по безопасности и готовности (DSB), все убежища страны могут вместить порядка 2.5 млн. чел., что составляет менее 50% населения Норвегии. Карты с их местами расположения находятся на сайте ведомства в открытом доступе. Высокий уровень обеспечен в США (если принимать во внимание только убежища без учета ПРУ) – порядка 67 %, в Израиле – 67 % и в Швеции – более 70 %. В Швеции имеется более 65 тыс. убежищ различного назначения. Они предназначены для защиты ~7 млн. чел. и расположены, в основном, в крупных городах, эвакуация из которых затруднена. Абсолютный уровень обеспеченности (а также уровень, превышающий 100 %) укрываемых имеет место в Сингапуре, Финляндии, на Тайване (более 100 %) и в Швейцарии (более 100 %). Например, в Хельсинки с населением почти 600 тыс. чел. с 1980-х гг. в общей сложности было создано более 5500 бункеров, что подразумевает наличие их обширной сети для защиты гражданских лиц. Фактически создан подземный «город в городе». Их вместимость превышает население города. Подобная сеть создана и в целом в Финляндии (5 млн. 600 тыс. чел.) и насчитывает порядка 45 тыс. убежищ.

В Швейцарии насчитывается около 20 тыс. убежищ-бункеров. Кроме того, по всей стране насчитывается более 360 тыс. частных бункеров типа ПРУ и, в дополнение к ним, существует 2300 крупных государственных убежищ. Отдельно следует отметить Албанию, на территории которой практически нет ПРУ, однако, с учетом примитивных бункерных сооружений, уровень обеспеченности населения укрытиями составляет также 100 %. ЗС – примитивные бетонные бункеры («bunkerët»), в среднем 5.7 бункера на 1 км² строились повсеместно с 1960-х гг. и в настоящее время их более 750 тыс. шт.

Таким образом, в результате проведения углубленного анализа уровня защищенности и обеспеченности ЗС ГО населения иностранных государств, было установлено отсутствие единого законодательного, финансового и организационного подхода к решению обозначенных проблем. Это должно быть принято во внимание в Российской Федерации при разработке мер, направленных на защиту и обеспечение выживания населения в современных геополитических условиях при наличии существующих природных, техногенных и военных угроз.

Статья подготовлена в рамках НИР «Совершенствование способов инженерной защиты населения с учетом имеющихся у стран – членов НАТО современных средств вооруженной борьбы» (п.17 п.IV Плана НИР и НИОКР МЧС России на 2022 г., Приказ МЧС России от 21.12.2021 г. № 893).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_411064/e8730c96430f0f246299a0cb7e5b27193f98fdaa/ (дата обращения: 19.03.2023).

УДК 656.086; 623.454.836; 502; 581.524.441

М. В. Кузнецов, А. А. Гецов, С. М. Лукина
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С НЕОБХОДИМОСТЬЮ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В АРКТИКЕ

Аннотация: после проведения ядерных испытаний на полигоне «Новая Земля»; эксплуатации и утилизации АПЛ и атомных ледоколов; утечки РАО при хранении и проведении различных работ, а также осуществления подземных ядерных взрывов в интересах народного хозяйства, в Арктической зоне Российской Федерации возникли потенциальные техногенные источники чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанные с радиоактивным загрязнением огромных территорий и акватории, а также подземных пространств. В работе обозначен ряд проблемных вопросов, связанных с масштабными радиоактивными загрязнениями и требующих безотлагательного решения.

Ключевые слова: радиационные загрязнения, Арктическая зона РФ, ядерные взрывы, АПЛ, радиоактивные стоки, ядерные реакторы, АЭС, преодоление последствий.

M. V. Kuznetsov, A. A. Getsov, S. M. Lukina

SOME ISSUES RELATED TO THE NEED TO OVERCOME THE CONSEQUENCES OF RADIATION POLLUTIONS IN THE ARCTIC

Abstract: after conducting nuclear tests at the Novaya Zemlya test site; operation and disposal of nuclear submarines and nuclear icebreakers; leakage of radioactive wastes during storage and various works, as well as the implementation of underground nuclear explosions in the interests of the national economy, potential man-made sources of emergencies related to radioactive contamination of vast territories arose in the Arctic zone of the Russian Federation and water areas, as well as underground spaces. The paper identifies a number of problematic issues related to large-scale radioactive contamination and requiring urgent solutions.

Keywords: radioactive contaminations, the Arctic zone of the Russian Federation, nuclear explosions, nuclear submarines, radioactive effluents, nuclear reactors, nuclear power plants, overcoming the consequences.

Преодоление последствий негативных антропогенных воздействий на экосистему Арктической зоны РФ, связанных с ее загрязнением радионуклидами, является одной из важнейших задач на современном этапе, в связи с резким увеличением экономической активности в данном регионе, а также с огромным ростом его геополитического и военного значения в последние годы. Наиболее проблемными и требующими безотлагательного решения являются вопросы реабилитации и рекультивации территорий, связанных со следующими событиями в Арктическом регионе.

Испытания атомных бомб на полигоне «Новая Земля». В период 1955–1990 гг. было произведено 132 ядерных взрыва [1]. По мощности это составило 94 % всех ядерных взрывов, произведенных в то время в СССР. На полигоне осуществлялось пять видов испытаний ядерного оружия: подводные, наземные, приводные, воздушные и подземные. Испытания атомных зарядов вызвали масштабное радиоактивное загрязнение атмосферы, побережья, островов, морской воды и донных грунтов арктических морей. Радионуклиды поступали на морское дно вместе с осаждающимися взвешенными частицами. Подводные взрывы проводились в период 1955–1961 гг. Единственный наземный взрыв был произведен в 1957 г. Взрывы в атмосфере производились с 1957 по 1962 г. Всего было осуществлено 44 атмосферных взрыва различной мощности. Наиболее безопасными для окружающей среды стали подземные взрывы в период 1964–1990 гг. Из общего количества подземных взрывов 36 % были произведены в полной изоляции от поверхности, а 4 % взрывов – с попаданием на поверхность продуктов радиоактивного загрязнения. При 60 % взрывов горные породы раскалывались, и радиоактивные газы по трещинам выходили на поверхность. Последний подземный взрыв в 1990 г. вызвал сильное раскалывание горных пород, а вышедшие в атмосферу радиоактивные газы были обнаружены за пределами СССР во всех скандинавских странах.

Атомные подводные лодки (АПЛ) и атомные ледоколы в Арктике. Значительные радиоактивные загрязнения окружающей среды имели место в связи с авариями на АПЛ и атомных ледоколах. Благодаря приливам и отливам радиоактивная вода разносилась на большие расстояния, загрязняя акваторию и берег [2]. В общей сложности в арктических морях было затоплено около 18 тысяч объектов с отработанным ядерным топливом (ОЯТ) и радиоактивными отходами

(РАО), в том числе: 13 реакторов с АПЛ; 3 реактора с атомного ледокола «Ленин»; затонуло 7 и была затоплена 1 АПЛ. До настоящего времени неизвестно точное количество вылитых в море жидких РАО, а также количество радиоактивных предметов, которые были сброшены на дно без геодезической привязки. Из затопленных объектов наиболее опасными являются: реакторная установка атомного ледокола «Ленин», затопленная в 1967 г. в Карском море; АПЛ-159, которая затонула при буксировке на утилизацию в Кольском заливе в 2003 г; АПЛ «Комсомолец», на борту которой находились две ядерные боеголовки, затонула в Норвежском море в апреле 1989 г; АПЛ-27, которая после аварии на атомном реакторе была отбуксирована в восточную часть Карского моря и затоплена у северо-восточного побережья Новой Земли в 1981 г. До настоящего времени при определенных условиях в ее реакторе возможна цепная реакция и ядерный взрыв. На государственном уровне всё ещё не принято решение о судьбе затопленных радиационно-опасных объектов с точки зрения их подъёма и утилизации или оставления на дне. Кроме того, они находятся в непосредственной близости от перспективных площадок нефте- и газодобычи. Силами МЧС России ведется непрерывный мониторинг состояния затопленных подводных потенциально опасных объектов. Положительным фактом является то, что выход техногенных радионуклидов в морскую воду в районе этих потенциально опасных объектов до настоящего времени не был зафиксирован.

Утечки радиоактивных растворов из хранилищ РАО. До настоящего времени остаются переполненными хранилища радиоактивных отходов Северного флота [3]. Некоторые из них находятся в аварийном состоянии. Например, в 1982 г. из хранилища РАО береговой технической базы в бухте Андреева в районе Мурманска, предназначенной для обслуживания АПЛ и расположенной недалеко от границы с Норвегией, произошла утечка около 700 тыс. т. радиоактивной воды в Баренцево море.

Подземные взрывы атомных зарядов в мирных целях. В Арктической зоне СССР до 1988 г. осуществлялись подземные атомные взрывы в интересах народного хозяйства [4]. В Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах проводились атомные взрывы в буровых скважинах для целей глубинного сейсмического зондирования земной коры. В результате в местах взрывов образовались крупные линзы переплавленных радиоактивных горных пород. Основные опасные радионуклиды имеют период полураспада десятки (Sr-90, Cs-137), сотни (Am-241) и тысячи лет (Pu). В непосредственной близости от этих объектов разрабатываются месторождения нефти и газа, расположенные на 1–2 км ниже зоны взрыва. Компании-разработчики не всегда знают о расположении и размерах зон взрывов. Более того, разработку ведут кустовым способом, что создает угрозу прохождения наклонных скважин через линзу переплавленных радиоактивных горных пород и выноса радионуклидов на поверхность вместе с буровым раствором. Таким образом, велика опасность возникновения ЧС, связанной с радиационным заражением как окружающей среды, так людей.

Радиоактивный сток рек Оби и Енисея в Северный Ледовитый океан. Многолетний радиоактивный сток рек Оби и Енисея в Северный Ледовитый океан обусловлен утечками радиоактивных растворов с предприятий, расположенных на берегах этих рек [5]. В Енисей с 50-х годов XX в. сбрасывали воду, использовавшуюся при обслуживании ядерных реакторов. Радиоактивное загрязнение русла и поймы реки Енисей прослеживается на расстояние до 1500 км вниз (из общей его длины 3487 км) по течению от места сброса. Подобная ситуация имеет место на береговой линии реки Обь, имеющей длину 3650 км. После аварии на

Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г. даже в Арктической зоне РФ выпали радиоактивные осадки, последствия заражения которыми почвы и воды будут ощущаться еще долгое время. Кроме того, там же продолжают свою работу 3 АЭС: плавучий энергетический блок атомной электростанции «Академик Ломоносов», г. Певек; Билибинская АЭС, г. Билибино, Чукотский АО; Кольская АЭС, г. Полярные Зори, Мурманская обл., которые также создают определенные риски для экологической системы региона.

Таким образом, в представленном материале были обозначены некоторые проблемные вопросы, требующие безотлагательного решения в рамках реализуемых в настоящее время Основ государственной политики РФ в Арктике, Стратегии развития Арктической зоны РФ на период до 2035 г, а также Распоряжения Правительства РФ от 29.10.2022 г. № 3219-р «О комплексе мероприятий по минимизации выбросов в атмосферный воздух, сбросов в водные объекты загрязняющих веществ при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в Арктической зоне РФ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL: <https://sovsojuz.mirtesen.ru/blog/43964745626/YAdernyy-poligon-Novaya-Zemlya> (дата обращения: 16.03.2023).
2. URL: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=print&sid=1947> (дата обращения: 16.03.2023).
3. URL: https://archive.iwlearn.net/npaarctic.iwlearn.org/Documents/da_full/section_4.3.6.pdf (дата обращения: 16.03.2023).
4. URL: <https://goarctic.ru/work/mirnye-yadernye-vzryvy-taymyra/> (дата обращения: 16.03.2023)
5. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.a47798dc-6414495d-2f8dcdd1-74722d776562/https/pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17976877/ (дата обращения: 16.03.2023).

УДК 355.58:351.86

С. В. Куликов

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация: рассмотрены нововведения в нормативных актах, касающиеся вопросов обеспечения биологической безопасности. На основании анализа определены приоритетные направления повышения эффективности проведения мероприятий в обозначенной области.

Ключевые слова: биологическая безопасность, защита населения, угроза, нормативно-правовое регулирование, чрезвычайная ситуация, правоприменение, государственная политика.

S. V. Kulikov

REGULATORY AND LEGAL REGULATION OF BIOLOGICAL SAFETY IN THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract: innovations in regulatory acts concerning the issues of ensuring biological safety are considered. Based on the analysis, priority areas for improving the effectiveness of activities in the designated area have been identified.

Keywords: biological safety, protection of the population, threat, regulatory regulation, emergency, law enforcement, public policy.

В настоящее время актуальность вопросов регулирования биологической безопасности и медико-биологической защиты населения страны очевидна в связи с возрастанием угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций биологического характера.

Так, в конце 2019 года стало известно, что в Китае обнаружен новый тип вируса, относящегося к разновидности острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ). Возникла глобальная эпидемия. Так, сложившуюся в настоящий момент ситуацию с распространением коронавируса Минздрав России назвал биологической угрозой для россиян.

Коронавирусы - это большое семейство РНК-содержащих вирусов, способных инфицировать человека и ряд видов животных. Он передается воздушно-капельным путем.

В сложившейся ситуации возрастает роль медико-биологической защиты населения, основанной на функционировании санитарно-эпидемиологического надзора населения и обеспечения людей всеми необходимыми средствами.

При угрозе возникновения чрезвычайной ситуации биологического характера и в целях ликвидации ее последствий должен проводиться комплекс соответствующих мероприятий. Это первоочередные медико-биологические мероприятия по защите населения, основанные на оценке сложившейся эпидемиологической обстановки.

Указанные меры включают: снабжение населения иммунобиологическими средствами, средствами дезинфекции и санитарной обработки, иными препаратами в целях экстренной профилактики; реализация мер, направленных на обучение населения навыкам применения этих средств; контроль за соблюдением требований санитарно-противоэпидемического режима.

В целях законодательного закрепления указанных мер, а также реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу принят [1] Федеральный закон «О биологической безопасности в Российской Федерации» [2].

Следует отметить, что частичные меры в обозначенной области предпринимались в рамках различных федеральных целевых программ, таких, как: «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2015–2020 годы)», «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» [3; 4], проводились исследования и опубликовывались научные статьи [5].

К основным мероприятиям в рамках указанных федеральных целевых программ относятся: обеспечение мониторинга химических и биологических рисков,

их предупреждение и минимизация; обеспечение защищенности населения и территорий от химических и биологических угроз.

Все это требует разработки единых межотраслевых подходов и нормативно-правового регулирования в целях эффективного функционирования системы, обеспечивающей биологическую безопасность страны.

Указанная система призвана противодействовать биологическим угрозам, защищать население и территории от опасных биологических воздействий, а также обеспечивать ликвидацию этих последствий. Создание данной системы реализовано как на федеральном, так и на региональном уровне на основе взаимодействия заинтересованных органов государственной власти. Таким образом, данный закон, посвященный биологической безопасности в Российской Федерации способствует восполнению правового пробела в законодательстве и учитывает специфику в обозначенной сфере правового регулирования.

Это относится, в частности, к формулировке конкретной деятельности по обеспечению биологической безопасности.

Так, в законе определен понятийный аппарат, который необходим в целях обеспечения единства толкования терминов и понятий, а также обеспечения единой практики правоприменения по данному вопросу.

К терминам и определениям закона относятся такие термины и понятия, как: биологическая безопасность, опасный биологический фактор, биологический риск, биологическая угроза (опасность), биологическая защита, патогенные биологические агенты (патогены) и др.

Так, термин «биологическая безопасность» определен, как состояние защищенности населения, а также окружающей среды от действия различных опасных факторов биологического характера. Причем, данный термин поясняется через другие термины: «биологический риск», «допустимый уровень биологического риска», «опасные биологические факторы».

Так, термин «биологический риск», в свою очередь трактуется, как: вероятность нанесенного человеку, а также животным, растениям и окружающей среде различной степени вреда от опасных «биологических факторов». Последний, свою очередь определяется, как событие, или условие, связанное с эпидемиями, эпизоотиями, эпифитотиями в результате которого может быть нанесен вред указанным выше категориям объектов патогенами и паразитическими организмами.

Также введено понятие «допустимый уровень биологического риска» который означает наличие условий для защиты населения, а также окружающей среды от опасных биологических факторов.

Термин «биологическая опасность» сводится к наличию таких факторов биологического характера, которые угрожают человеку и окружающей среде возможными эпидемиями, а также эпизоотиями, эпифитотиями. Все это может привести к чрезвычайным ситуациям.

В целях уменьшения негативного влияния опасных биологических факторов, как на человека, животных, растений, так и на некоторые виды материалов и техники, в данном законе введен термин «биологическая защита», который закрепляет необходимость принятия и проведения, необходимых мер в области безопасности в указанной области.

Важно отметить введение термина «потенциально опасный биологический объект», под которым следует понимать наличие у объекта источника опасности, либо применение объектом в своей работе патогенов.

Кроме этого, к таким объектам следует относить объекты, на которых возможно возникновение аварий (а также разрушений), создающих угрозу жизни и здоровья человека, животных и растений и вред окружающей среде.

Отмечу структуру данного закона: она состоит из 16 статей.

Первая статья посвящена новым понятиям в области биологической безопасности, используемым в рассматриваемом Федеральном законе.

Вторая статья посвящена вопросам, касающимся правовых основ обеспечения безопасности в обозначенной области.

В статье 3 раскрыты основные принципы обеспечения биологической безопасности.

Так, в основе данного вида безопасности лежит принцип обеспечения охраны здоровья граждан, а также окружающей среды от угроз опасных для жизни и здоровья факторов биологического характера. В целях безопасности необходимо достичь взаимодействия, как личностных интересов и личной ответственности, так и общественных, и государственных интересов, в целом. Важным принципом закона названо обеспечение соответствующих государственных мер, которые бы соответствовали угрозам и опасностям в обозначенной области; эти меры должны осуществляться с использованием системного подхода.

К другим принципам следует отнести: обеспечение информированности населения в данных вопросах; проведение охранных мероприятий; рациональный подход к природным ресурсам и окружающей среде.

На биологических объектах (потенциально опасных) при планировании должен применяться принцип презумпции биологической опасности.

В статье 4 закона определены полномочия федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления в данной области.

Права, а также обязанности в обозначенной сфере для граждан России и организаций закреплены в статьях 5 и 6.

Положения, касающиеся основных биологических опасностей и угроз определены в статье 7.

Вопросы защиты населения, охраны окружающей среды от биологических угроз и их предотвращение, а также связанных с ними необходимых мер (в том числе создание и развитие системы, обеспечивающей мониторинг рисков биологического характера) нашли отражение в статье 8 закона.

В статье 9 и 10 закона прописаны положения, касающиеся: борьбы в области распространения, как инфекционных, так и паразитарных болезней; коллекционной деятельности по вопросу вирусов, а также патогенных микроорганизмов.

Вопросам предотвращения аварий, преднамеренных угроз биологического характера (террористических актов, диверсий) на объектах, являющихся биологически опасными, посвящена статья 11. Это касается и опасной техногенной деятельности, включающей использование патогенов и других угроз.

Положения, касающиеся создания и функционирования мониторинга в области рисков биологического характера; создания ГИС в обозначенной сфере деятельности, изложены в статьях 12 и 13.

В статьях 14 и 15 изложены вопросы, касающиеся международного сотрудничества, а также ответственности за нарушение законодательства в обозначенной сфере деятельности.

Следует отметить, что особенность указанного закона заключается в том, что он призван регулировать отношения комплексного, а не отраслевого характера: в первую очередь решать вопросы охраны здоровья и санитарно-эпидемиологического благополучия населения; вопросы охраны окружающей среды, а также защиты животных и растений.

В целом, закон «О биологической безопасности в Российской Федерации» направлен на эффективное решение следующих вопросов: на определение основных биологических угроз, разработку и реализацию мер, по защите населения и охране окружающей среды от опасных проявлений биологического характера; на организацию мониторинга рисков биологического характера в целях обеспечения безопасности в обозначенной сфере; на борьбу с распространением отдельных инфекционных болезней человека; на организацию Государственной информационной системы в обозначенной сфере деятельности.

Вопросы прав и обязанностей граждан и организаций, наделения полномочиями федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления в данной области также нашли отражение в данном законе.

Среди выявленных проблем в обозначенной области можно отметить применение отдельных разрозненных мер биологической безопасности; несовершенство норм действующего законодательства, регулирующего вопросы в обозначенной области.

Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации» является законодательной основой для проведения мероприятий по предупреждению терроризма и диверсий на биологических объектах, являющихся потенциально опасными, а также в местах массового сосредоточения людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Российской Федерации от 11 марта 2019 г. № 97 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».

2. Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации».

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 октября 2008 г. № 791 «О федеральной целевой программе «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009 - 2014 годы)».

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 300 «О государственной программе Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах».

5. О рисках возникновения чрезвычайных ситуаций в области биологической безопасности международного значения и их предикторах / Смоленский В.Ю., Удовиченко С.К., Топорков В.П., Кутырев В.В. // Проблемы особо опасных инфекций 2017 г. Вып. № 3, С. 5 – 11.

УДК 614.83

П. А. Лапин, Д. В. Елисеев, С. А. Копылов, В. А. Пашкова

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева

ВЕРОЯТНЫЕ СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ СОБЫТИЙ НА ЗАО «ОРЁЛМЕБЕЛЬ» В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: в статье рассматриваются сценарии возникновения и развития двух чрезвычайных ситуаций на ЗАО «Орёлмебель». Анализируются организационно-технические мероприятия по их устранению с учётом расположения мебельной фабрики в черте города Орла.

Ключевые слова: авария, чрезвычайная ситуация, риск, пожароопасная ситуация, организационные мероприятия.

P. A. Lapin, D. V. Eliseev, S. A. Kopylov, V. A. Pashkova

PROBABLE SCENARIOS FOR THE DEVELOPMENT OF EVENTS AT JSC «ORELMEBEL» IN THE ORYOL REGION

Abstract: the article discusses the scenarios of the occurrence and development of two emergency situations at JSC "Orelmebel". Organizational and technical measures to eliminate them are analyzed, taking into account the location of the furniture factory in the city of Orel.

Keywords: accident, emergency situation, risk, fire-hazardous situation, organizational arrangements.

Введение

На протяжении всей истории человечества наблюдается стремление к преодолению им как географических, так и технологических барьеров, результатами промышленной интеграции является появление и развитие глобального производства продукции.

Для успешной деятельности любого предприятия либо производственного объекта недостаточно выстроить модель мероприятий по предотвращению опасных ситуаций в сфере безопасности, необходимо постоянно её контролировать и совершенствовать. В условиях появления новых современных технологий и материалов растёт вероятность возникновения различных опасностей, предотвратить которые гораздо проще, чем устранять их последствия.

Согласно данным Росстата, за последнее десятилетие количество чрезвычайных ситуаций на производстве только растёт, обусловлено это в том числе развитием современных технологий, не всегда адаптированных к производственным процессам.

В настоящее время необходимо разработать либо их доработать меры по недопущению возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций на предприятии как в период его строительства и функционирования, так и на стадии проектирования и подготовки необходимой документации, особенно в густонаселённых местах. Необходимо на стадии проектирования строящегося производственного объекта

добиваться повышения его безопасного функционирования без существенного увеличения стоимости. При анализе вероятных чрезвычайных ситуаций или аварий на производственном объекте с целью спрогнозировать оценку рисков имеет смысл выделить несколько причин, являющихся общими для большинства предприятий. Это ошибки при проектировании, неправильно выбранное место для постройки промышленного объекта, непрофессиональные режимы эксплуатации, неквалифицированная подготовка рабочего персонала и иные варианты.

На любом производстве необходимо не только осуществлять анализ вероятных аварий, но и прогнозировать развитие негативных событий и их последствия на производство.

Для этого необходимо применять теорию риска или теорию безопасности вместо техники безопасности на производстве. Если техника безопасности ставит своей целью абсолютную безопасность производственного объекта, то есть недопущение никаких чрезвычайных обстоятельств, то теория риска исходит из понимания того, что невозможно на предприятии сделать абсолютную надежность.

В различных источниках под термином «Риски на производственном объекте» понимаются различные трактовки. Некоторые предпочитают понимать под этим термином различные аварии на производственном объекте, другие видят расшифровку термина как величину возможного ущерба при аварии, или совокупность этих двух составляющих. Чаще всего на практике прогнозирования под термином риска понимают некую величину, в состав которой входят и сама вероятность аварии на производственном объекте, и ущерб от последствий этой аварии.

Основной материал исследования

На промышленных предприятиях в зависимости от различных условий производства, специфики использования технологий, оборудования, материалов, сырья используют следующие методы для определения величины риска:

- статистический – метод определения риска, который опирается на статистические данные об авариях, а также обрабатывает сведения об авариях;
- модельный – метод определения риска, который опирается на определённую модель воздействия вредных и опасных производственных факторов;
- экспертный – метод определения риска, который построен на учёте субъективного мнения экспертов в данной области;
- социологический – метод определения риска, который основывается на социологическом опросе коллектива рабочих либо специалистов.

Существует концепция предельного уровня риска, основанная на том положении, что производственный объект может успешно функционировать только в случае, если величина возможных рисков не сможет превышать определённые значения [1]. Отсюда вытекает единый подход для оценки уровня опасности на производственном объекте. Данный подход состоит из прогнозов вероятности аварий на опасном производственном объекте, а так же ущербов от этих аварий. В этом случае оценка рисков рассчитывается и сопоставляется с некоторыми значениями, которые трактуются как критические или предельно допустимые.

В большинстве европейских стран приемлемыми значениями для индивидуального риска принято считать интервал от 10^{-8} и до 10^{-4} . Риск более 10^{-4} в год считается не приемлемым и недопустимым. Многие западноевропейские ученые останавливаются на отметке критического уровня риска равной 10^{-6} на протяжении

года. Так, например, в Чехии, Венгрии Нидерландах данный уровень риска является общественно приемлемым [3]. Расчет общей величины риска происходит из суммы аварийного индивидуального риска и фонового риска. При этом показатель аварийного индивидуального риска предлагается принимать как величину равную $1/1000$ от величины риска, что составляет 10^{-6} , в этом случае им можно просто пренебрегать при сложении.

Для России показатель среднего уровня индивидуального риска превышает допустимый уровень, принятый для некоторых ведущих стран мира. Решением его снижения является путь тщательного анализа и разработки системы по управлению риском в чрезвычайных ситуациях [4]. Анализ рисков подразумевает процесс нахождения величин рисков на опасном производственном объекте, сравнение с принятым критическим значением и разработка методов для снижения уровней рисков.

Объектом исследования выбрана Орловская мебельная фабрика вследствие наличия на рабочих местах большого количества вредных и опасных производственных факторов. Адрес фабрики: 302011, Орловская область, город Орёл, переулок Южный, д.18. GPS координаты: 52.971576691,36.131381989. Фабрика расположена в густонаселённом районе: с одной стороны – плотная жилая застройка, с другой располагаются многоквартирные пятиэтажные дома.

Офисные и производственные здания цехов представляют собой кирпичные строения этажностью от 1 до 3-х этажей.

Ключевые экономические показатели на протяжении последних лет остаются неизменными с некоторой тенденцией их ухудшения. В случае возникновения чрезвычайных ситуаций на фабрике вероятно возникновение следующих поражающих факторов:

- образование концентрации опасных веществ в воздухе и их распространении ветром в сторону жилых домов;
- поражение сотрудников предприятия тепловым излучением при возгорании;
- токсическое отравление продуктами горения полимеров.

Рассмотрим дерево событий развития двух сценариев при возникновении взрывопожарной обстановки на фабрике (рис.1).

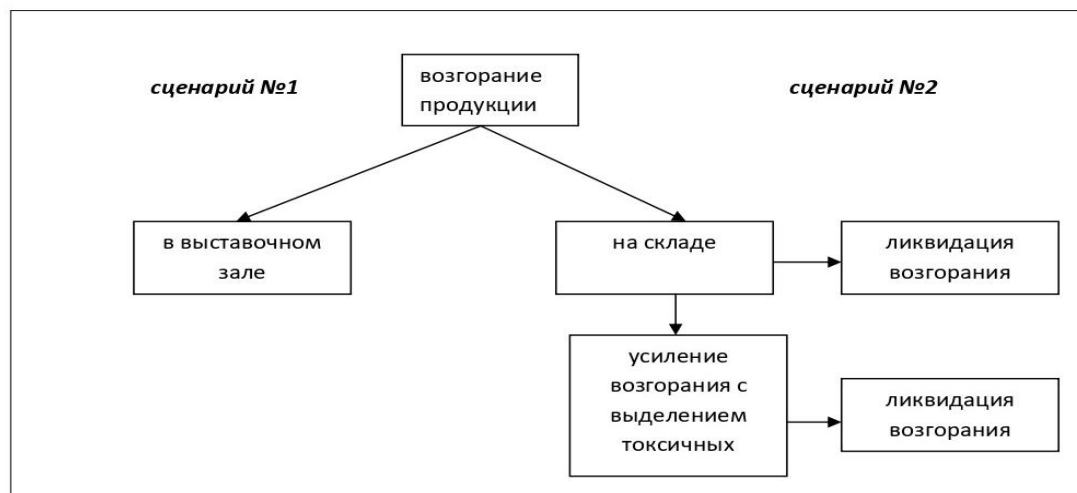


Рис. 1. Вероятные сценарии развития взрывопожарной обстановки на ЗАО «Орёлмебель»

В первом сценарии анализируется пожарная обстановка в помещении выставочного зала. Так как в данном помещении работает всего два сотрудника, оно постоянно находится под видеонаблюдением, выставочные экземпляры расположены на расстоянии 3–5 метров друг от друга, опасность гибели либо получения ожогов сотрудниками и посетителями можно принять ничтожно малыми.

Во втором сценарии анализируется возникновение пожароопасной ситуации в складском помещении, в результате чего вероятны два события: первое – чрезвычайная ситуация локализуется на этапе возгорания без последствий для фабрики и сотрудников. Во втором событии, неблагоприятном стечении обстоятельств, предполагается разрастание масштабов пожара по территории склада с вероятностью гибели, получения ожогов или отравления продуктами сгорания сотрудниками фабрики, а также жителями близлежащих домов (рис. 2).

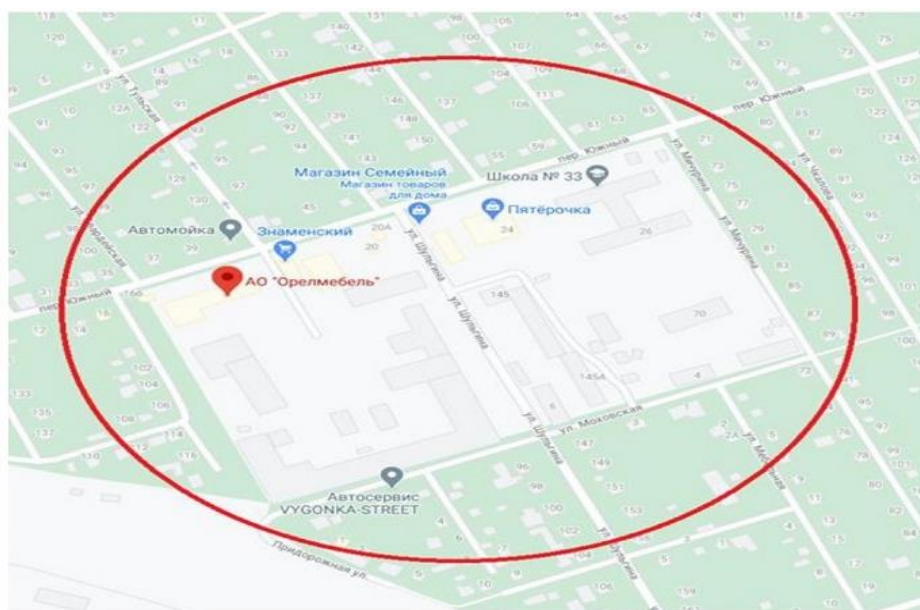


Рис. 2. Примерная зона поражения опасными и вредными веществами жителями близлежащих домов

Основные этапы по оценке рисков:

- определение частоты возникновения нежелательных событий и обстоятельств, инициирующих их возникновение;
- оценка всех последствий от возникновения аварийных ситуаций;
- подведение обобщенных оценок всех рисков [5].

Для определения частоты возникновения чрезвычайных ситуаций необходимо использовать данные по надёжности и аварийности технологических систем на основании статистических данных; методы логических анализов и модели имитации появления аварийных ситуаций; оценки экспертов в соответствии со спецификой производства.

Оценки последствий включают анализ по вероятному воздействию на работников и основные средства предприятия.

При подведении обобщенных оценок риска аварии должно учитываться состояние фабрики в целом с учётом показателей рисков и наступлении всех чрезвычайных ситуаций. Обязательным условием обобщения является оценка всех рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на мебельной фабрике с учётом

анализа всех неопределённых негативных событий. Для поиска и оценки рисков следует установить причины и характер неопределённостей[6].

В результате анализа возникновения двух чрезвычайных сценариев на ЗАО «Орёлмебель» возникает необходимость разработки перечня защитных мероприятий по эвакуации работников фабрики и жителей близлежащих домов.

Организационно-техническими мероприятиями по предупреждению и локализации чрезвычайных ситуаций являются [2]:

- соблюдение норм и правил при проектировании и расположении зданий и сооружений фабрики на этапе строительства;
- необходимость создания и постоянного поддержания материальных и финансовых запасов;
- проведение с работниками фабрики противопожарных инструктажей и правил эвакуации в случае возникновения чрезвычайной ситуации;
- внедрение высоких технологий предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Выводы и дальнейшие исследования

В результате проведённой оценки рисков на ЗАО «Орёлмебель» необходимо сформулировать следующие рекомендации и требования:

- продолжить организацию подготовки работников с целью минимизации и исключения их ошибочные действия при возникновении чрезвычайной ситуации;
- разработать и утвердить перечень и порядок диагностирования состояния оборудования;
- ужесточить производственный контроль соблюдения требований промышленной безопасности;
- проводить постоянный контроль параметров технологических процессов;
- поддерживать в постоянной готовности нештатное аварийно-пожарное формирование.

Данные рекомендации направлены на снижение уровней рисков развития чрезвычайных негативных ситуаций на мебельной фабрике с целью минимизации их последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12.0.010-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков (Переиздание) / Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 год.
2. Методические рекомендации по организации действий органов государственной власти и органов местного самоуправления при ликвидации чрезвычайных ситуаций.
3. *Рыхтикова Н.А.* Анализ и управление рисками организации: Учебное пособие/ Н.А. Рыхтикова. - М.: Форум, 2012. -240 с.
4. *Бадалова А.Г.* Управление рисками деятельности предприятия: Учебное пособие/ А.Г. Бадалова, А.В. Пантелеев.- М.: Вузовская книга, 2016.-234 с.
5. *Шаптала В.Г.* Основы моделирования чрезвычайных ситуаций. учеб. Пособие / В.Г.Шаптала, В.Ю. Радоуцкий, В.В. Шаптала; под общ. ред. В.Г.Шаптала. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. -166 с.
6. *Уродовских В.Н.* Управление рисками предприятия: Учебное пособие/ В.Н. Уродовских. - М.: Вузовский учебник, 2018. – 320 с.

УДК 629.331

П. А. Лапин¹, В. В. Король¹, Н. А. Даньшина²

¹Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

СОСТОЯНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРИНИМАЕМЫЕ МЕРЫ ПО УМЕНЬШЕНИЮ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ

Аннотация: в статье анализируются состояние потенциально опасных объектов, их обслуживание и перспективы развития. Проводится мониторинг состояния опасных объектов в области, их оснащение и анализ готовности. Предлагаются рекомендации по снижению риска наступления негативных событий техногенного характера при эксплуатации опасных объектов.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, потенциально опасные объекты, безаварийное функционирование, защита населения и территорий.

P. A. Lapin, V. V. Korol, N. A. Danshina

THE STATE OF POTENTIALLY DANGEROUS OBJECTS IN THE OREL REGION AND THE MEASURES TAKEN TO REDUCE THE NEGATIVE CONSEQUENCES

Abstract: the article analyzes the condition of potentially dangerous objects, their maintenance and development prospects. Monitoring of the state of hazardous facilities in the region, their equipment and readiness analysis is carried out. Recommendations are offered to reduce the risk of the occurrence of negative technogenic events during the operation of hazardous facilities.

Keywords: emergency situation, potentially dangerous objects, trouble-free operation, protection of the population and territories.

Введение

В РФ с 1 марта 2022 года вступил в силу порядок формирования и ведения перечня потенциально опасных объектов на территории всей страны, утверждённый постановлением №1155 Правительства РФ. Согласно данному постановлению за ведение перечня будет ответственно МЧС РФ, а все организации, независимо от форм собственности, до 1 декабря 2022 года, должны сформировать и предоставить список своих потенциально опасных объектов [1].

В течение последних лет в Орловской области организациями, эксплуатирующими потенциально опасные объекты, успешно осуществлялась работа по комплектованию промышленных предприятий и иных организаций техническими системами, способными предотвратить либо уменьшить наступление ЧС техногенного характера, в том числе:

1) на взрывопожароопасных объектах области осуществлялась работа по монтажу и совершенствованию систем пожаротушения и сигнализации, систем поиска взрывопожароопасных и опасных концентраций паровоздушных смесей;

2) на объектах магистрального трубопроводного транспорта, перекачивающего нефть, газ и химически стабильные вещества, осуществляется

работа по оснащению систем телемеханики;

3) на химически опасных объектах для предотвращения возникновения аварий, связанных выбросом в атмосферу и разливом в почву аварийно химически опасных веществ, устанавливаются системы контроля загазованности и монтируются системы орошения;

4) на гидротехнических объектах проводятся мероприятия по обеспечению их безопасного функционирования.

В настоящий период времени осуществляются профилактические мероприятия, принимаются инженерно-технические решения по внедрению нового оборудования и технологий на ряде потенциально опасных объектах (ПОО) области.

Основной материал исследования

По данным Орловской областной подсистемы РСЧС (ОТП РСЧС) с 2003 по 2020 год произошло 87 чрезвычайных ситуаций, основная часть из которых относится к ЧС техногенного характера. Их зарегистрировано 73, 6 ЧС биолого-социального и 8 природного характера. Эти данные отчётливо сигнализируют о преобладании в области техногенных происшествий, которые и рассмотрим в статье.

По данным ОТП РСЧС на 2021 год в области зарегистрировано 69 потенциально опасных объектов, основная часть приходится на взрывопожароопасные объекты-64, два биологически опасных и 3 химически опасных объектов (ХОО) 3- его класса опасности. За последние годы в области не было зарегистрировано ни одной аварии на ХОО, однако степень износа систем защиты составляет 50,7 %, а основных производственных фондов ещё больше, и составляет 54,6 %.

Системы мониторинга состояния ХОО, действующих на территории Орловской области, позволяют оперативно получить информацию о возникшей чрезвычайной ситуации либо ЧС, проинформировать население и провести необходимые эвакуационные мероприятия, так как они взаимосвязаны с комплексной системой экстренного оповещения населения в зонах возможных ЧС.

Для повышения уровня безопасности эксплуатации опасных объектов в условиях чрезвычайных ситуаций соответствующими организациями, эксплуатирующими потенциально опасные объекты, в полном объеме проводится планирование мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Среди них главными являются разработка соответствующих планов действий, осуществляющих операции с нефтью и нефтепродуктами, планов повышения защищенности критически важных объектов, деклараций промышленной безопасности на объекты, являющихся опасными производственными объектами I-II классов опасности и паспортов потенциально опасных объектов.

Так, системы мониторинга состояния химически опасных объектов, действующих на территории Орловской области, позволяют оперативно получить информацию о возникшей чрезвычайной ситуации либо ЧС, проинформировать население и провести необходимые эвакуационные мероприятия, так как они взаимосвязаны с комплексной системой экстренного оповещения населения в зонах возможных ЧС.

Среди основных направлений деятельности в прошлом году была проведена реконструкция технологического оборудования и опасных производств, осуществляющих хранение и транспортировку нефти и нефтепродуктов в Брянском районном управлении АО «Транснефть - Дружба». В прошлом году на Линейной

производственно-диспетчерской станции «Стальной Конь» был осуществлён комплекс мероприятий технического перевооружения, заключённый в монтаже системы измерения количества и показателей качества нефтепродуктов с программно-аппаратным сопряжением. Это позволило автоматизировать учёт нефтепродуктов и оперативно сообщать в единую систему диспетчерского управления. Однако события последних дней вносят свои коррективы в эксплуатацию станции. 16 ноября прошлого года в 4 часа был осуществлён подрыв резервуара «Транснефти» беспилотным летательным аппаратом. Необходимо усилить уровень защиты станции и резервуаров, например, смонтировать программно-аппаратное сопряжение с техническими средствами соответствующего органа повседневного управления РСЧС.

На территории Орловской области по данным Главного управления МЧС России по Орловской области по состоянию на 2022 год числится 170 гидротехнических сооружений 4 класса. В текущем году, весной, были проведены мероприятия по оценки готовности гидротехнических сооружений к прохождению паводкоопасного периода, что позволило без происшествий пройти опасный период времени. По состоянию на данный период времени все проверяемые гидротехнические сооружения были готовы к дальнейшей эксплуатации.

В целях реализации требований приказа МЧС России № 999 «Об утверждении Порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований» от 23.12.2005 [2], а также Федеральный закон РФ № 28 «О гражданской обороне» от 12.02.1998 [3], организациями, эксплуатирующими опасные производственные объекты I, II классов опасности, приняты меры по созданию нештатных аварийно-спасательных формирований. В соответствии с федеральным законодательством по состоянию на 2022 год на 5 потенциально опасных объектах были созданы 5 нештатных аварийно-спасательных формирований численностью 74 человека личного состава и 24 единиц техники.

На всех предприятиях при угрозе возникновения внештатной ситуации обеспечено выполнение решений по эвакуации производственного персонала с территории объекта, беспрепятственному вводу и передвижению сил и средств по ликвидации данных ситуаций.

В целях обеспечения безаварийного функционирования магистральных газо- и нефтепродуктопроводов собственниками организаций данных объектов осуществляется плановый ремонт и реконструкция оборудования компрессорных, перекачивающих и иных производственно-диспетчерских станций, а также линейной части трубопроводов. В течение прошлого года на территории области было произведена технологическая операция по замене более 1 300 метров магистральных трубопроводов.

На территории области в течение 2021 и 2022 годов чрезвычайных ситуаций, связанных с ущербом окружающей природной среде, зарегистрировано не было, отсутствовали зоны загрязнения нефтью и нефтепродуктами, способными привести к чрезвычайным ситуациям на территории области. В целях мониторинга состояния загрязнённости водных горизонтов и грунтов на трёх объектах вследствие наличия зон загрязнения нефтепродуктами проводятся следующие технические мероприятия:

1) в целях соблюдения экологического законодательства за контролем окружающей обстановки лабораторией АО «Орелнефтепродукт» проводится мониторинг обстановки посредством трёх наблюдательных и одной эксплуатационно-реабилитационной скважин;

2) контроль экологической обстановки на ЛПДС «Стальной Конь»» Брянского районного управления АО «Транснефть - Дружба» осуществляет производственная лаборатория предприятия с заданной периодичностью посредством сорока наблюдательных и трёх опытно-эксплуатационных скважин, а также пятью инфильтрационными бассейнами;

3) три мониторинговые скважины были оборудованы на локомотивном депо железнодорожной станции «Орел».

В данный период времени угрозы окружающей природной среде данные объекты не представляют, а последние чрезвычайные ситуации в виде разливов нефтепродуктов на данных объектах случались на ранних сроках эксплуатации.

Недавно были проведены оценки готовности к ликвидации чрезвычайных ситуаций 10 взрывопожароопасных объектов, в том числе автомобильные газозаправочные станции и линейная производственно - диспетчерская станция «Стальной Конь» Брянского районного управления АО «Транснефть - Дружба».

Также в прошлом году была проведена оценка готовности линейной производственно-диспетчерской станции «Стальной Конь» Брянского районного управления АО «Транснефть - Дружба» и двух нефтеперекачивающих станций «Новоселово» и «Верховье», по результатам проверок данные объекты функционально и технологически готовы к ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Функционируют технические системы предупреждения и локализации ЧС, системы и средства по исключению разгерметизации оборудования и высвобождения потенциально опасных веществ в количестве, способном вызвать внештатную ситуацию на всех потенциально опасных объектах. Необходимо отметить, что вследствие финансирования не в полном объёме технические решения по защите технологического оборудования, зданий и сооружений и людей от ударной волны и продуктов горения на некоторых предприятиях реализованы не в полной мере.

Силы и средства потенциально опасных объектов укомплектованы необходимым количеством личного состава, инструментами, техникой, расходными материалами и постоянно находятся в готовности к локализации и ликвидации возможных ЧС.

Потенциально опасные объекты укомплектованы резервными источниками водо-, электро- и теплоснабжения, системами связи в объемах, позволяющих обеспечить безопасное функционирование объектов, прекращение технологических процессов при чрезвычайных ситуациях, а также выполнение аварийно-восстановительных мероприятий.

На всех объектах проведены мероприятия по беспрепятственному вводу и передвижению сил и средств по ликвидации ЧС, а также обеспечено выполнение решений по эвакуации производственного персонала с территории объекта в случае угрозы возникновения внештатной ситуации.

В соответствии с федеральным законодательством и ФЗ № 225 «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте» от 27.07.2010 [4], были заключены договора страхования ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасных объектов, являющихся ПОО.

Следует отметить, что на ПОО Орловской области за прошедший год не были зафиксированы внештатные ситуации, но имеются резервы финансовых и материальных ресурсов с целью оперативного реагирования на внештатные ситуации.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 15.09.2020 № 1437 «Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах» администрация области при взаимодействии с Приокским управлением Ростехнадзора осуществляет контроль разработок планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах [5]. Также контролируют заключение договоров с организациями, имеющими аттестованные аварийно-спасательные формирования, по проведению аварийно-спасательных работ при возникших ЧС» [6].

В полной мере осуществляются рекомендации экспертных организаций по вопросам защиты населения и территории при возникновении чрезвычайных ситуациях. На всех объектах разработаны планы действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуациях.

Выводы и дальнейшие исследования

Для оперативного устранения последствий наступления чрезвычайных ситуаций в области созданы резервы топлива, материально-технических средств на ПОО, объектах ЖКХ и ТЭК.

В Орловской области в целях предупреждения ЧС осуществляется необходимый комплекс мероприятий по защите населения и территорий, в том числе были приняты необходимые нормативно-правовые акты областными органами власти и органами местного самоуправления. Были спланированы и разработаны планы по повышению защищённости критически важных объектов муниципальных образований в области. Основными мероприятиями выступают установка систем сигнализаций и видеонаблюдения, своевременный регламент выполнения текущих работ и пополнение производственных и материальных фондов.

В целях обеспечения надёжной работы систем ТЭК И ЖКХ в 2022–2023 годах в области были проведены следующие работы:

- отремонтировано около 100 канализационных насосных станций, 36 очистных сооружения канализации и 2 водопровода, а также более 900 километров канализационных сетей;
- подготовлено 1300 водозаборов, 80 насосных станций водопровода и 4000 километров водопроводных сетей;
- проведён текущий ремонт 1100 котельных станций, 100 тепловых пунктов и 480 километров тепловых сетей;
- проведён капитальный ремонт 25 километров ветхих тепловых сетей.

Созданы финансовые и материальные резервы в муниципальных образованиях для своевременного реагирования на внештатные либо чрезвычайные ситуации.

В случае нарушения энергоснабжения объектов жизнеобеспечения и социально значимых объектов в области разработан алгоритм использования резервных источников электроснабжения с использованием оборудования ПАО «МРСК Центра» – «Орёлэнерго» и АО «Орёлоблэнерго».

Путём реализации комплекса мер, направленных на прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера и снижение риска наступления их последствий получится обеспечить стабильную и надёжную работу ПОО и систем жизнеобеспечения в области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 10 июля 2021 года № 1155 «Об утверждении Правил формирования и утверждения перечня потенциально опасных объектов» / Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 13.07.2021, № 0001202107130012.
2. Приказ МЧС России от 23.12.2005 № 999 «Об утверждении Порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований» / Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 6, 06.02.2006 г.
3. Федеральный закон РФ от 12.02.1998 №28 «О гражданской обороне» (с изменениями на 14 июля 2022 года) / Российская газета, № 32-33, 19 февраля 1998 г.
4. Федеральный закон РФ от 27.07.2010 №225 «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте» (с изменениями на 8 марта 2022 года) / Собрание законодательства Российской Федерации, № 31, 02.08.2010, ст.4194
5. Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 № 1437 «Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах» / Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 18.09.2020, № 0001202009180021.
6. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 5 июля 2022 года № 211 «О признании утратившими силу некоторых приказов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору об утверждении административных регламентов по осуществлению государственных функций в сфере технологического надзора и изменений к ним» / Официальный интернет-портал правовой информации 26.07.2022, № 0001202207260030.

УДК [502.51(282.02):556.3.01]:574.24

Ю. С. Лузева¹, С. А. Буймова¹, А. Г. Бубнов^{1,2}, С. Д. Буймов³

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

³МБОУ СШ № 28 г. Иваново

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА РОДНИКОВЫХ ВОД КАК ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Аннотация: в статье рассмотрены проблемы безопасности родников. Проведена оценка уровня токсичности родниковых и водопроводных вод с помощью методов биотестирования. Определён химический состав воды, а также проведён корреляционный анализ между содержанием компонентов и процентом гибели тест-организмов.

Ключевые слова: экологический мониторинг, биотестирование, родниковая вода, химический анализ, индикатор качества, критериальные поллютанты.

Yu.S. Luzeva, S. A. Buymova, A. G. Bubnov, S. D. Buimov

QUALITY PROBLEMS OF SPRING WATER AS ENVIRONMENTAL OBJECTS

Annotation: the article deals with the safety problems of springs. The level of toxicity of spring and tap waters was assessed using biotesting methods. The chemical composition of water was determined, and a correlation analysis was carried out between the content of components and the percentage of death of test organisms.

Key words: environmental monitoring, biotesting, spring water, chemical analysis, quality indicator, criterion pollutants.

Возрастающая техногенная нагрузка в крупных промышленных городах влечёт за собой вероятность возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Антропогенный фактор является причиной возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций, влекущих за собой экологические проблемы, связанные с негативным воздействием на объекты окружающей среды.

При возникновении проблем с подачей населению питьевой воды из централизованных систем водоснабжения, резервным источником могут стать родники, расположенные на территории или вблизи населённых пунктов. Кроме того, проблема качества питьевой воды в крупных городах также вынуждает население искать резервные источники питьевого водоснабжения. Поэтому целью работы являлись анализ и оценка состояния родниковых вод с применением физико-химических методов и биотестового анализа.

В работе проводился биотестовый анализ образцов вод с применением ракообразных *Daphnia Magna* [1]. *Daphnia Magna* в природных условиях живут в мелких водоёмах, легко культивируется в лабораторных условиях в любое время года и обладают высокой чувствительностью к токсикантам различной природы [2]. Методика биотестирования рекомендована органами Росприроднадзора для анализа и оценки качества сточных, подземных и поверхностных вод [1]. Данный метод позволяет установить наличие или отсутствие острого токсического действия и хронической интоксикации.

Для анализа были отобраны пробы воды из трёх родников, расположенных в городах Иваново и Кохма, а также анализировалась вода из городской централизованной системы водопровода города Иваново. Продолжительность биотестирования - 96 ч, начальная посадка *Daphnia Magna* – 10 шт. Пригодность культуры к биотестированию определяли с помощью чувствительности к стандартному токсиканту ($K_2Cr_2O_7$).

Результаты эксперимента показали, что пробы водопроводной воды обладают острым токсическим действием на тест-организмы, а для проб родниковой воды характерно наличие хронической интоксикации (рис. 1 и 2).

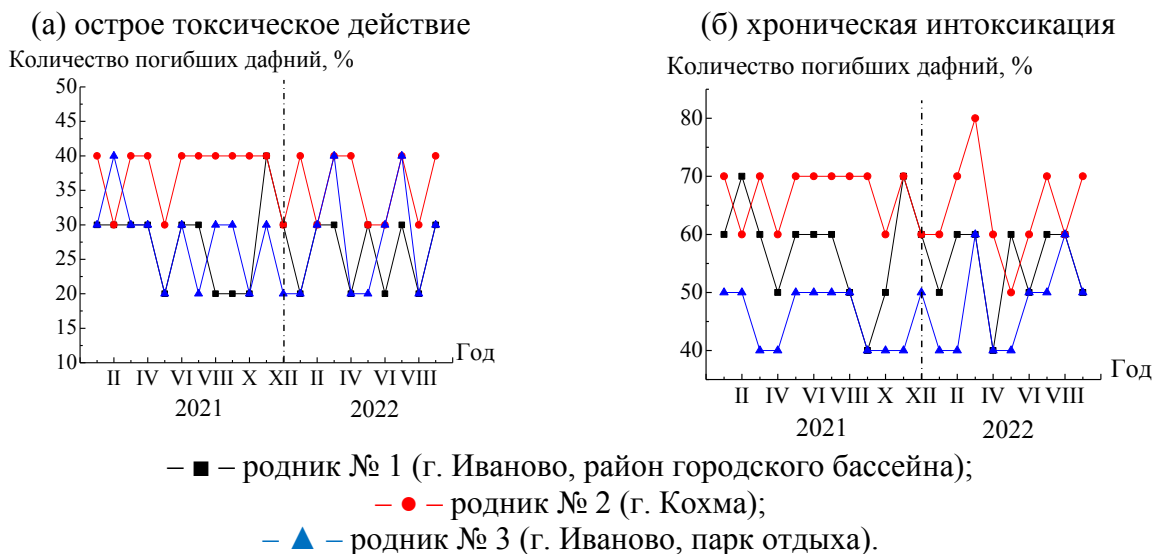


Рис. 1. Динамика количества погибших *Daphnia Magna* от времени при биотестировании родниковой воды

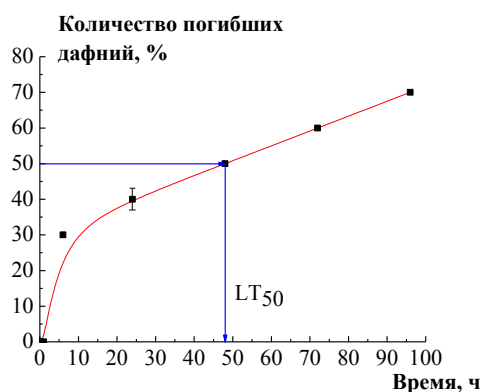


Рис. 2. Зависимость количества погибших *Daphnia Magna* от времени при биотестировании водопроводной воды (г. Иваново) 2022 г.

Отметим, что подготовка и обеззараживание воды, поступающей в централизованную систему водоснабжения г. Иваново, осуществляется с применением этапов хлорирования, поэтому вполне ожидаемы результаты гибели дафний. Этот факт подтверждает отсутствие благоприятной среды для развития патогенных микроорганизмов, продукты жизнедеятельности которых, могут оказать токсичное действие на организм человека и вызвать заболевания желудочно-кишечного тракта [3].

Для определения возможных причин гибели тест-организмов и идентификации поллютантов в работе проводился анализ состояния исследованных образцов вод с применением физико-химических методов исследования. Контроль качества воды осуществлялся по следующим показателям:

- 1) органолептическим: запах, привкус, цветность, мутность;
- 2) обобщённым: pH, ХПК_{KMnO4}, жёсткость, общая минерализация, СПАВ;
- 3) содержанию анионов: SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- ;
- 4) содержанию катионов: NH_4^+ , Pb^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , а также общее содержание $\text{Cu}_{\text{общ}}$, $\text{Fe}_{\text{общ}}$, $\text{Mn}_{\text{общ}}$, $\text{Cr}_{\text{общ}}$.

В случае возникновения ЧС техногенного или природного характера возможно использование для питьевых целей родниковую воду. Для оценки качества

родниковой воды были использованы ПДК_{пит} в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 [4].

В исследованных источниках обнаружено превышение нормативных требований по показателям качества: по величине общей жёсткости, СПАВ и содержанию NO_3^- – рис. 3.

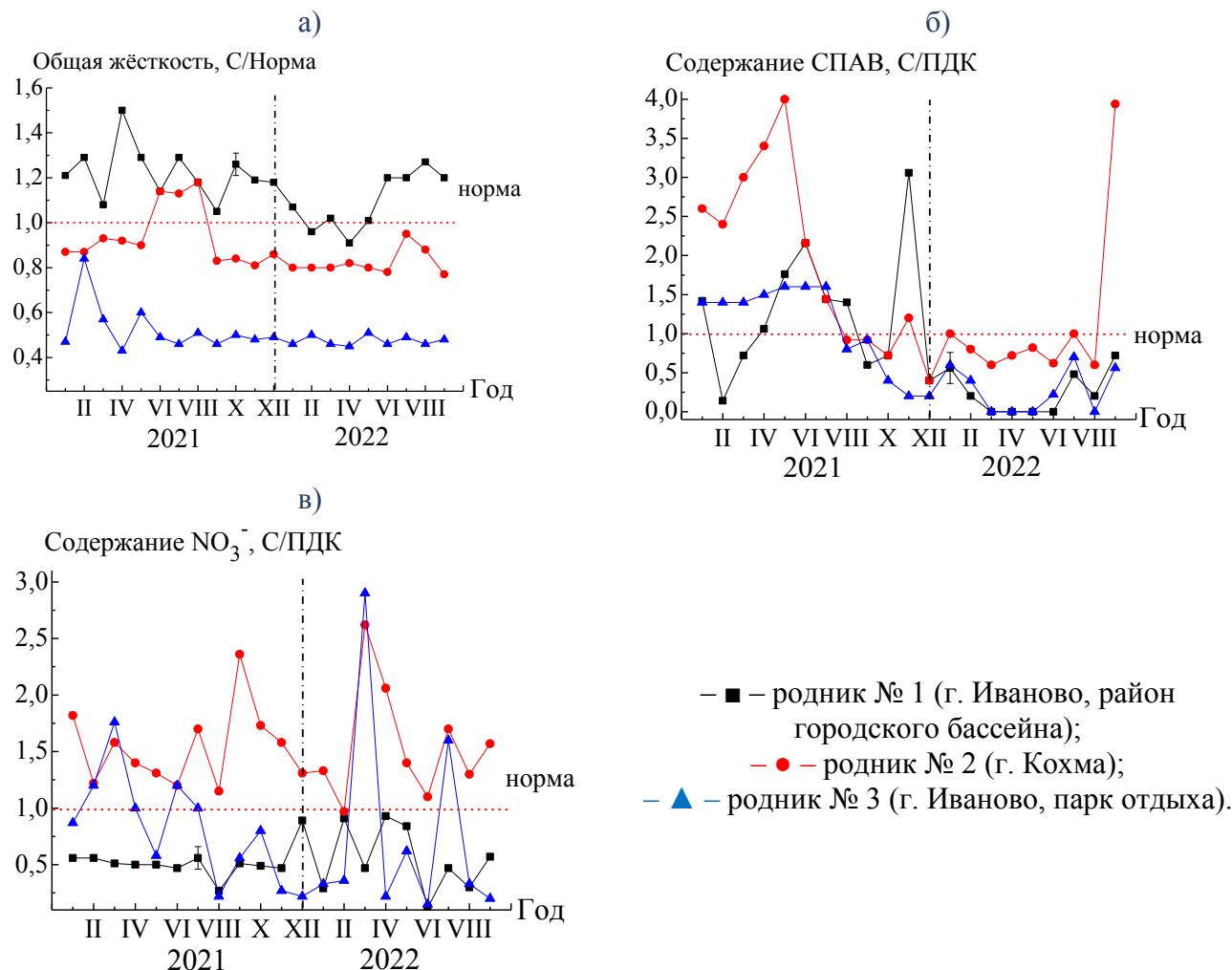


Рис 3. Изменение величин общей жёсткости (а), СПАВ (б), величины NO_3^- (в)

Таким образом, результаты исследования с применением физико-химических методов подтвердили данные, полученные с помощью метода биотестирования с применением *Daphnia Magna* [5].

Обнаруженные в воде компоненты могут вызвать неблагоприятное влияние на организм человека при постоянном употреблении воды данного состава в питьевых целях. Поэтому перед пероральным употреблением родниковой воды необходима её очистка (обработка). Эксперименты показали, что после дополнительной обработки воды содержание вредных компонентов в воде снижается до достижения значений, установленных нормативными документами.

В работе был проведён корреляционный анализ между различными показателями качества. На основе полученного коэффициента регрессии для источника №1 наблюдались выраженные корреляционные зависимости между количеством погибших *Daphnia Magna* и величиной общей минерализации и ХПК

родниковой воды, содержанием солей жёсткости, СПАВ, Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , соединений $\text{Fe}_{\text{общ}}$, $\text{Mn}_{\text{общ}}$, Zn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} (рис. 4).

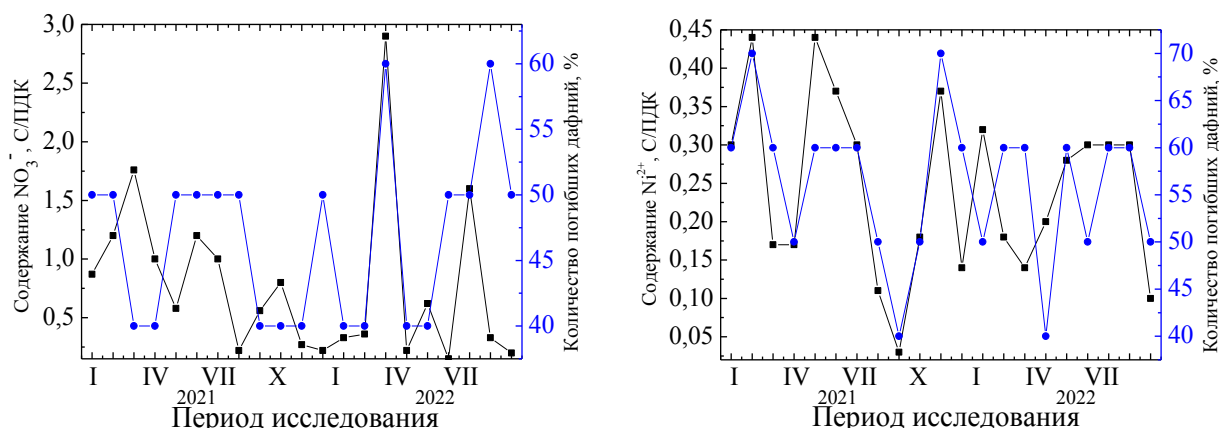


Рис. 4. Результаты химического и биотестового анализа родниковой воды из источника №1

Вероятнее всего содержание именно этих компонентов влечёт гибель тест-организмов. Полученные данные подтверждают сделанные ранее выводы о выборе приоритетных поллютантов, характерных для родниковой воды. Отметим, что не было выявлено корреляционных зависимостей между количеством погибших *Daphnia Magna* и содержанием соединений меди.

Аналогичным образом были проанализированы и сопоставлены данные химического и биотестового анализов родниковой воды, отобранной из источников № 2 и № 3. Для родника № 2 исключения составили величина общей минерализации, NH_4^+ и Zn^{2+} . Для родника № 3 – общее содержание солей жёсткости.

Поскольку полученное значение точечной оценки коэффициента парной корреляции $r \geq 0,6$ наблюдалось для большинства зависимостей, то можно сделать вывод о высоком значении коэффициента парной корреляции между контролируемыми показателями в родниковой воде. Исключение составили: NH_4^+ и Co^{2+} . Содержание NO_2^- не коррелировало с процентом гибели тест-организмов (источник № 3).

Выявлено, что связь между наличием в родниковой воде большинства контролируемых компонентов и процентом гибели тест-организмов высокая. При этом следует отметить, что выводы, полученные на основании точечных оценок коэффициентов парной корреляции между двумя переменными и коэффициентов регрессии согласуются, т.е. нельзя исключать вероятность возможного негативного влияния вышеперечисленных компонентов, содержащихся в родниковой воде, на гибель *Daphnia Magna*.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- 1) результаты биотестирования подтверждают данные, полученные с помощью физико-химического анализа проб воды;
- 2) оценка состояния вод с применением биотестового и физико-химических методов анализа показала наличие в воде поллютантов, которые могут приводить к хронической интоксикации организма;
- 3) из исследованных природных источников выявлены корреляционные зависимости между количеством погибших *Daphnia Magna* и содержанием в воде большинства контролируемых показателей.

4) выводы, полученные на основании точечных оценок коэффициентов парной корреляции между двумя переменными и точечных оценок коэффициентов регрессии согласуются;

5) вода из исследованных природных источников может быть использована в качестве резервного источника питьевой воды строго после предварительной водоподготовки.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ» (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06 Токсикологические методы анализа. Методика определения токсичности водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia Magna*. – М.: 2006. – 44 с.

2. Руководство по определению методов биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М: РЭФИА, НИА-Природа. 2002. – 118 с.

3. Буймова, С.А. Проблемы безопасности родниковых вод и оценка воздействия уровня загрязнения на объекты биосферы / С.А. Буймова, А.Г. Бубнов, А.А. Каленова, Ю.А. Малова, А.А. Колотилова, Ю.С. Лузева // Актуальные проблемы безопасности в техносфере (научно-аналитический журнал). – 2021. – № 1 (1). – С. 11 – 18.

4. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

5. Буймова С.А. Комплексная оценка качества родниковых вод на примере Ивановской области/ С.А. Буймова, А.Г. Бубнов; под ред. А.Г. Бубнова; Иван. гос.хим.-технол. ун-т.- Иваново, 2012. – 463 с.

УДК 504.45:502.6

Д. С. Марков

Ивановский государственный университет (Шуйский филиал)

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПОДВОДНОГО РЕЛЬЕФА ВАЛДАЙСКОГО ОЗЕРА ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: в статье приводятся результаты исследования по историко-географическому анализу батиметрии Валдайского озера Ивановской области, проведенному с использованием фактической информации, полученной в результате полевых исследований, анализа архивных и фондовых материалов, а также современных методов геоинформационных технологий.

Ключевые слова: пространственный анализ, Валдайское озеро, лимнология, цифровая модель рельефа, историческая география, озерно-болотные ландшафты.

D. S. Markov

SPATIAL ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE UNDERWATER RELIEF OF THE VALDAYSKOE LAKE OF THE IVANOV REGION

Abstract: the article presents the results of a study on the historical and geographical analysis of the bathymetry of the Valdayskoe Lake of the Ivanovo Region, carried out using factual information obtained as a result of field research, analysis of archival and stock materials, as well as modern methods of geoinformation technologies.

Keywords: spatial analysis, Valdayskoe Lake, limnology, digital elevation model, historical geography, lake and marsh landscapes.

Введение.

Карстовые и ледниковые озера являются уникальными природными объектами, они выполняют целый ряд хозяйственных функций и регулируют водный баланс территории [4]. Постоянное возрастание антропогенной нагрузки на природную среду делает актуальным проведение исследований по оценке экологического состояния озерно-болотных ландшафтов. Наиболее комплексную и формализованную информацию об экологическом состоянии озер дают батиметрические исследования, представляющие собой изучение рельефа подводной части водоемов [3]. Одним из наиболее изученных озер региона является озеро Валдайское, являющееся памятником природы регионального значения. В настоящей работе предпринята попытка проведения историко-географического анализа батиметрии озера Валдайское с использованием фактической информации, полученной в результате полевых исследований, анализа архивных и фондовых материалов, а также современных методов геоинформационных технологий.

Методы и материалы.

Исследование выполнено по материалам полевых исследований, проведенных в 2011-2022 годах на кафедре истории, географии и экологии Шуйского филиала Ивановского государственного университета. В качестве базовой информации использовались топографические карты масштаба 1:10000, а также ДДЗЗ Landsat с пространственным разрешением 15 м (Landsat 7 ETM+). Определение морфометрических параметров Валдайского озера проводилось с использованием GPS-навигатора Garmin GPSMap 64 и эхолота Garmin Fishfinder 140. Для сбора, интеграции, анализа и визуализации пространственной и связанной с ней атрибутивной информации была создана локальная тематическая ГИС «Озера Ивановской области: эколого-рекреационная оценка» (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013620153). Векторизация слоев топографической карты, моделирование и геоинформационный анализ проводились с использованием модуля Spatial Analyst ГИС ArcGIS 10.0. На первом этапе исследования проводился сбор первичной информации о состоянии озерно-болотных ландшафтов Ивановской области. Второй этап был посвящен историко-географическому исследованию, связанному с поисками данных о глубинах озер в Ивановской областной научной библиотеке и личных архивах краеведов. На третьем этапе определялись морфометрические характеристики Валдайского озера [2] и проводился геоинформационный анализ полученных материалов [6]. Четвертый этап был посвящен анализу генезиса озерной котловины [3]. На завершающем этапе проводилось обобщение полученных материалов.

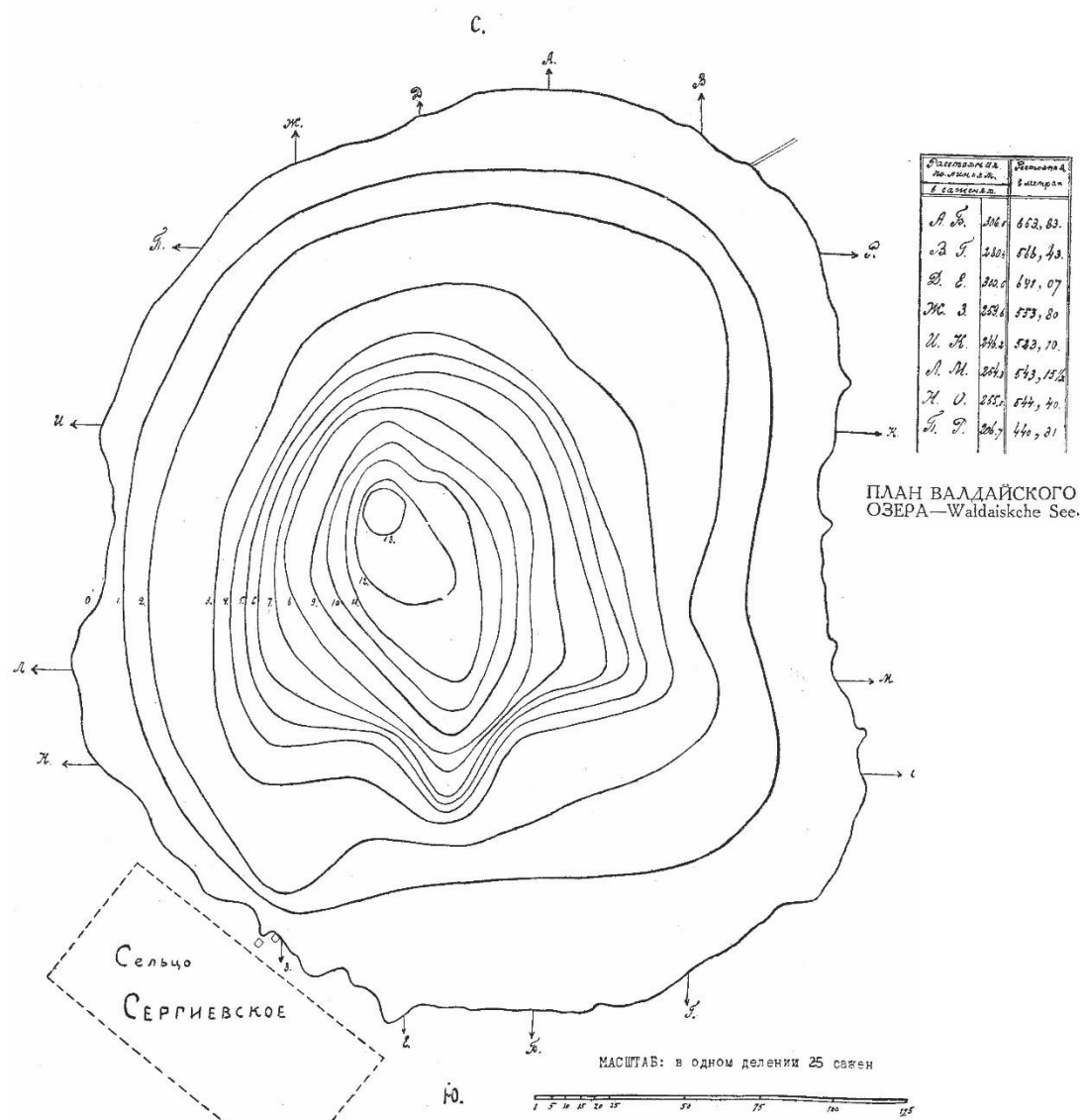


Рис. 1. Батиметрическая схема озера Валдайское, 1924 г.

Результаты исследования.

Изученность гидрологических условий озер Ивановской области достаточно высока [1], однако комплексные исследования по промерам их глубин начались сравнительно недавно. Первые гидрологические исследования были связаны с реализацией практических нужд – обеспечением судоходства, строительством гидротехнических сооружений и др. Начало систематических наблюдений за водными системами относится к середине XIX века, например, на картах А.И. Менде (1856-1860 годы) детально показаны контуры и основные ландшафтные особенности практических всех озер региона. В ходе работы по изданию «Материалов для оценки земель Владимирской губернии» [7] (1907 год) впервые были проведены комплексные исследования озер и болот с развернутой оценкой перспектив их хозяйственного использования. Одной из знаковых работ начала XX века являлось исследование Валдайского озера, выполненное под руководством Д.Н. Ласточкина в 1924 году [2]. При проведении детальных комплексных полевых исследований им были проведены промеры глубин, определены параметры грунтов, а также подробно описаны флора и фауна озера. Одной из наиболее комплексных работ конца XX века

по оценке экологического состояния водно-болотных ландшафтов является учебное пособие «Охрана природы Ивановской и Владимирской областей», составленное М.П. Шиловым [8]. Значительный вклад в изучение озёрно-болотных ландшафтов региона внесли работы, выполненные в рамках долгосрочной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Ивановской области в 2013-2020 годах» [5].

В результате выполнения батиметрической съемки, геоинформационного моделирования подводного рельефа и сопоставительного анализа собранной информации стало возможно проведение детальной палеогеографической реконструкции подводного рельефа Валдайского озера, результаты которого приведены на рисунках 1 и 2.

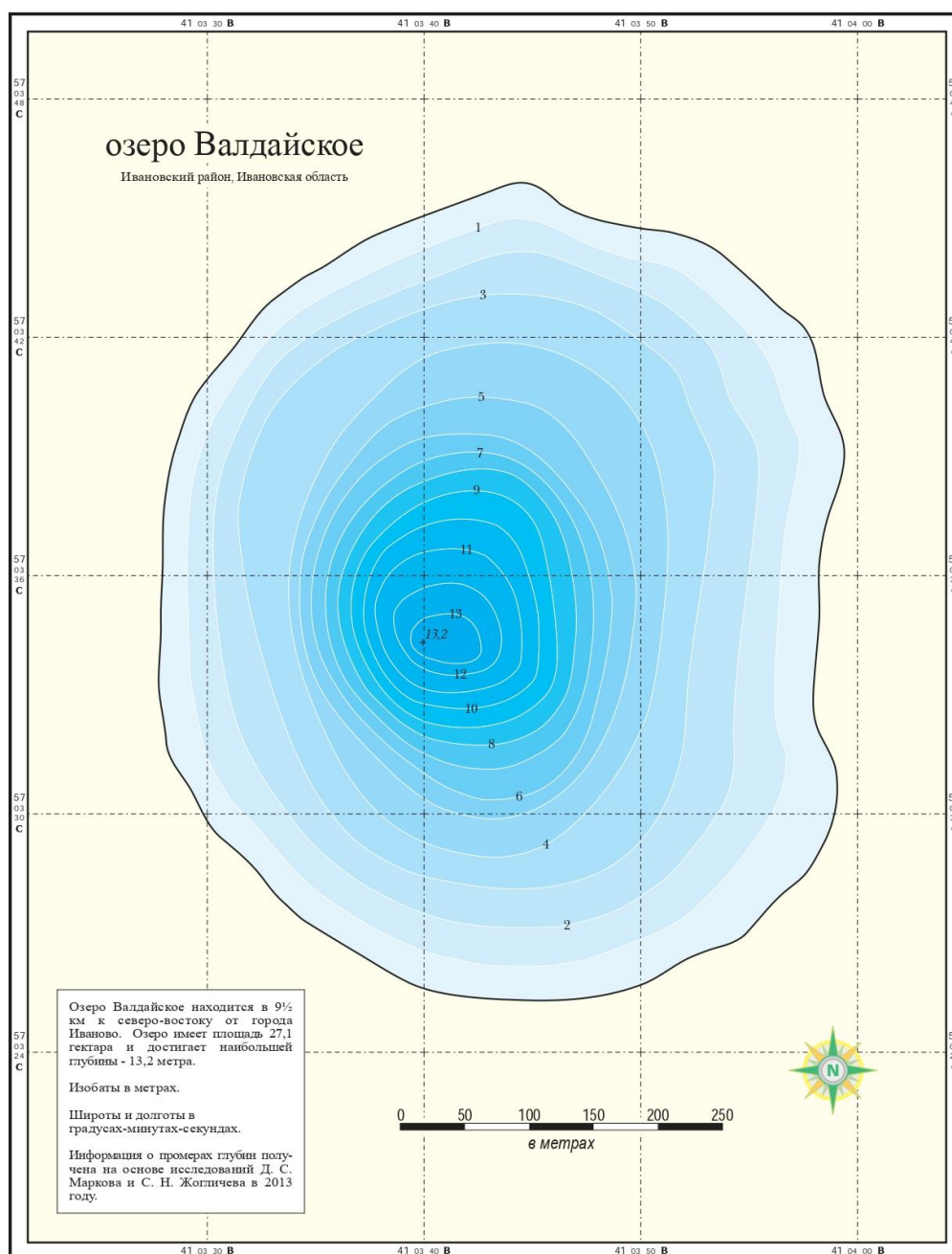


Рис. 2. Батиметрическая схема озера Валдайское, 2013 г.

Результаты проведенного исследования позволили установить, что за период с 1924 по 2013 год глубина Валдайского озера практически не изменилась, она составляет 13,2 метра (при том, что на картах начала прошлого века она указывалась равной 13 метрам). Интересно, что озеро активно используется местными жителями для хозяйственных нужд и рекреации, а рядом находятся места забора подземных вод. Удивительная стабильность подводного рельефа озера даже в этих условиях объясняется мощным подземным питанием из глубоких водоносных горизонтов.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

Использование современного геоинформационного инструментария позволяет с высокой степенью достоверности проводить мониторинг динамики подводного рельефа и определять генезис озерных котловин. Особенно высока точность установления их происхождения при геоморфологическом и историко-ландшафтном анализе батиметрических схем. Проведение палеореконструкций ландшафта с использованием относительно точных материалов промеров глубин первой половины XX века обеспечивает объективную трактовку генезиса озерных котловин и позволяет оценить экологическую устойчивость озерно-болотных гидрологических комплексов. В результате работы на примере Валдайского озера показано, что на территории Ивановской области намного слабее, чем традиционно принято считать, проявляется изменение водности большинства крупных озер, практически не проявляется их обмеление и, напротив, отмечается активизация карстовых процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борисов А.И.* Карстовые явления в Ивановской области // Природа. 1938. №6. С. 107-110.
2. Валдайское озеро: Очерки населения озера и его гидрологическая характеристика / Д. Ласточкин, Н. Кордэ, Н. Цешинская, В. Горшкова. Иваново-Вознесенск: Б.И., 1924. 34 с.
3. *Китаев С.П.* Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
4. *Колбовский Е.Ю., Брагин П.Н., Медовикова У.А.* Географические информационные системы для управления ландшафтами на территориях выдающейся природно-исторической ценности // Ярославский педагогический вестник. 2012. №4. С. 224-231.
5. Красная книга Ивановской области. Т. 2: Растения и грибы / под ред. Е.А. Борисовой. Иваново, 2020. 192 с.
6. *Марков Д.С.* Мониторинг и прогнозирование опасных природных явлений с использованием ГИС-инструментария // ОБЖ: Основы безопасности жизни. 2017. № 1. С. 44-49.
7. Материалы для оценки земель Владимирской губернии. Вып. IV-VII. – Владимир. 1902-1907.
8. *Шилов М.П.* Охрана природы Ивановской и Владимирской областей: Учебное пособие. – Иваново: ИвГУ, 1981. 84 с.

УДК 502.504

К. Д. Моськин

ФГБУ ВНИИ ГО ЧС (ФЦ) МЧС России

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МЕР ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ВЫЗВАННЫХ ПАВОДКАМИ

Аннотация: на основе системного анализа прохождения весеннего половодья и летне-осенних паводков в нашей стране предпринята попытка разработки и обоснования системы мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций, вызванных рассматриваемыми опасными природными явлениями процессами, их последствиями для жизнедеятельности населения.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, паводки, половодье, прогноз, подтопление территорий, безопасность населения, экологическая безопасность.

K. D. Mosykin

OF FORMATION OF A COMPLEX OF SOCIO-ECOLOGICAL RESEARCH IN THE FIELD OF EMERGENCY PREVENTION AND FORECASTING

Abstract: based on a systematic analysis of the passage of spring floods and summer-autumn floods in our country, an attempt has been made to develop and justify a system of measures to prevent emergencies caused by the considered dangerous natural phenomena processes, their consequences for the life of the population.

Keywords: emergencies, floods, high water, forecasting, flooding of territories, public safety, environmental safety.

Введение.

Летне-осенние дождевые паводки по степени угроз и последствиям для населения, природы и различного рода объектов представляются не менее опасными по сравнению с весенним половодьем. Такие природные явления могут способствовать возникновению чрезвычайных ситуаций (ЧС) как природного, так и техногенного характера, нести в себе угрозу состояния экологической безопасности территорий, объектам дорожно-транспортной инфраструктуры, энергетики, ЖКХ, других отраслей экономики [1-5].

С учетом актуальности проблемы, на базе комплексного обследования с применением различных методов мониторинга осуществлена всесторонняя оценка итогов прохождения летне-осенних дождевых паводков с последующим системным анализом комплекса мер, направленных на смягчение рисков возникновения ЧС при подведении итогов за 2022 год и планированию профилактически-предупредительных мероприятий по предупреждению этих опасных ситуаций в последующие годы.

Проведение анализа прохождения летне-осенних дождевых паводков на территории областей, республик, краев предусматривало:

- сбор материалов о прохождении летне-осенних дождевых паводков в 2022 г.;

- комплексная оценка проблем и спорных ситуаций в процессе анализа прошедших летне-осенних паводков на территории регионов в истекшем году;
- выработку рекомендаций по совершенствованию комплекса мер, направленных на смягчение рисков возникновения чрезвычайных ситуаций при прохождении летне-осенних паводков.

Исходными материалами для анализа прохождения летне-осенних паводков на территории нашей страны являлись прогнозы Росгидромета, представленные в территориальные органы МЧС России в виде гидрометеорологических справок, информационно-аналитических обзоров.

Результаты исследования.

На основе проведения системного анализа прохождения весенних паводков на территории России выработаны предложения по предупреждению ЧС, минимизации опасных последствий паводков.

Исследование актуальных проблем весеннего половодья в 2022 году выявило следующие вопросы, подлежащие разрешению:

- построенные объекты различного назначения в зонах подтопления;
- отсутствие, недостаточность действий и мер по берегоукреплению водоёмов;
- недостаточный уровень регулирования водных объектов;
- создание автоматизированной системы гидрометеорологического мониторинга и оценке зон затопления при угрозе достижения опасных уровней воды в реках с применением ГИС-технологий;
- разработка программы обязательного страхования жизни и имущества населения на означенных уязвимых территориях;
- активизация межведомственного взаимодействия по вопросам прогнозирования, мониторинга опасных ситуаций и ЧС в паводковый период.

Для предотвращения, снижения рисков подтоплений и смягчения их последствий представляется необходимым учет следующих факторов:

- полнота комплекса предупредительно-профилактических работ;
- учет наихудших сценариев развития ситуации;
- полная готовность к выполнению превентивных и восстановительных работ;
- заблаговременное планирование работ до наступления весенних паводков;
- ограничения размещения любых объектов в границах зон затопления;
- специальные защитные меры как по охране водоемисточников, так и в отношении объектов и населения от негативных последствий половодья.

В период половодья важное значение имеет соблюдение санитарно-эпидемиологических норм, требований, правил, нормативов при организации аварийно-спасательных работ.

На этапе подготовки мероприятий по предупреждению опасных последствий паводков для жизни и здоровья людей является важным:

- максимальный учет возможных заболеваний населения, которые вероятны в зонах подтопления, затопления: желудочно-кишечные инфекции (в том числе вызванные возбудителями патогенной флоры (дизентерия, сальмонелла, кишечная палочка, кокковые формы), грибковыми инфекциями, гельминтами, внутриклеточными паразитами, различного рода травмы, аллергические реакции, стрессовые состояния, ведущие к обострению хронических заболеваний нервной, сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта, переохлаждение,

способствующее развитию болезней дыхательной системы, кожные (экземы, дерматиты, нейродермиты);

- планирование мероприятий по полному медикаментозному обеспечению, обеспечению запаса перевязочных материалов, предметов личной гигиены для пострадавших лиц с учетом широко спектра потенциально возможных заболеваний и прогнозируемого количества попавших в зону ЧС лиц;

- заблаговременная проработка оптимальных вариантов, способов и технических средств перемещения, эвакуации пострадавших, в первую очередь, получивших ранения, увечья, лиц детского и пожилого возраста, не способных перемещаться самостоятельно без посторонней помощи;

- поиск и своевременная эвакуация погибших людей, водных биоресурсов, диких и домашних животных, птиц, в места захоронения в целях предотвращения возможных инфекционных заболеваний;

- разъяснительная работа с населением по вопросам взаимного оказания первой медицинской помощи, правильного применения медицинских препаратов и изделий медназначения до появления спасательных служб, особенно в случаях увеличения срока ожидания спасателей в труднодоступные районы, нарушения работы средств связи или из-за неблагоприятных погодных условий.

По результатам системного анализа прохождения весеннего половодья и летне-осенних паводков выявлена острая необходимость в совершенствовании инструментально-лабораторных, информационно-аналитических методов мониторинга, анализа, прогнозирования ЧС, вызванных подобного рода природными явлениями и процессами. Их целью является своевременное предупреждение опасных ситуаций, различных последствий, вызванных ими.

Техническое перевооружение систем наблюдения за состоянием водных объектов, контроль состояния плотин, дамб, других искусственных сооружений позволит наиболее обоснованно и точно спрогнозировать развитие возможной обстановки во время прохождения паводковых вод, довести результаты прогноза до органов власти, организаций, аварийно-технических служб для принятия оперативных и заблаговременных решений.

Комплексный анализ эффективности и оптимальности использования различных видов технических средств исследования паводковой ситуации показал целесообразность осуществления аэрокосмического мониторинга паводкоопасных зон и участков с проведением учащенных съемок с помощью отечественных космических аппаратов: «Канопус-В», «Канопус-В-ИК», «Аист-2Д», «Метеор-М», «Электро-Л», «Арктика-М», космических аппаратов в случае высоких рисков образования крупных ЧС с угрозой нанесения тяжких социально-экономических, экологических, общественных последствий.

Результаты аэрокосмического мониторинга подтопляемых зон могут быть применены в рамках процедур по совершенствованию системы совместного мониторинга и прогнозирования ЧС трансграничного характера с сопредельными государствами в части, касающейся паводковой обстановки, для своевременного информирования органов управления о прогнозах возможных ЧС и сложившейся обстановке.

Комплексная информационно-аналитическая система мониторинга гидрологической обстановки на базе программного комплекса «ГидроМониторинг» создана в целях осуществления мониторинга оперативной ситуации, связанной с оценкой гидросферных явлений и сопутствующих протекающих процессов. Эта

инновационная информационно-аналитическая система импортирует данные уровней воды с Web-сайта, автоматически производит анализ гидрологической информации и отображение результатов в табличном, графическом, картографическом виде. Автоматизированная система обеспечения метеорологической информации (ПК «МетеоМониторинг») функционирует в комплексе и взаимосвязи с вышеуказанной системой. Программа реализует получение метеоданных с последующим анализом метеорологической информации и отображением результатов в графическом, табличном, картографическом виде. Указанные инновационные разработки созданы ФГБУ ВНИИ ГО ЧС (ФЦ) МЧС России и уже успешно внедрены в процессе прогнозирования, системного анализа мониторинга ЧС.

Широкое применение вышеперечисленных технических средств, технологий, информационных комплексов будет способствовать в перспективе выведению на новый качественный уровень всей системы предупреждения и ликвидации опасных последствий и ЧС, потенциально возможных при прохождении весеннего половодья, летне-осенних паводков.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

В рамках перспектив дальнейших исследований по поднятой в работе чрезвычайно актуальной тематике планируется разработка и совершенствование современного информационно аналитического обеспечения мониторинга и прогнозирования прохождения паводкового периода, комплекса предупредительно-профилактических мер по снижению угроз и смягчению возможных опасных последствий рассмотренных выше природных явлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акимов В.А., Олтян И.Ю., Иванова Е.О.* Методика ранжирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера по степени их катастрофичности // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 1 (67). С. 4-7.
2. *Акимов В.А., Диденко С.Л., Олтян И.Ю.* Моделирование биолого-социальных чрезвычайных ситуаций с использованием эпидемиологической модели SIR // Технологии гражданской безопасности. 2020. Т. 17. № 4. С. 4-8.
3. *Гаврилов Е.В., Исаков В.М., Цховребов Э.С.* Проблемы обеспечения экологической безопасности на территории муниципального образования // ЭКОСинформ. 2005. № 1. С. 17.
4. *Цховребов Э.С., Лебин А.Н., Белоусов В.Г.* Новейшая история развития природоохранной деятельности в России // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2012. Т. 18. № 2. С. 192-196.
5. *Цховребов Э.С.* Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте. Монография. Первое издание. Москва: Космосинформ, 1994. 354 с.

УДК 502.504

А. А. Мынын-оол

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ВЫЗВАННЫХ ЗАСУХАМИ, ОПУСТЫНИВАНИЕМ ТЕРРИТОРИЙ, ДЕГРАДАЦИЕЙ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

Аннотация: осуществлен анализ мероприятий по мониторингу, прогнозированию, предупреждению деградации почв и опустынивания степных территорий России, даны предложения по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного характера, вызванных опасными факторами, явлениями и процессами, происходящих в почвенном слое Земли.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, экологическая безопасность, деградация почв, опустынивание территорий, мониторинг, прогнозирование.

А. А. Мунун-оол

PREVENTION OF EMERGENCY SITUATIONS CAUSED BY DROUGHTS, DESERTIFICATION OF TERRITORIES, SOIL AND LAND DEGRADATION

Abstract: the analysis of measures for monitoring, forecasting, prevention of soil degradation and desertification of steppe territories of Russia is carried out, proposals are given for the prevention of natural emergencies caused by dangerous factors, phenomena and processes occurring in the soil layer of the Earth.

Keywords: emergencies, environmental safety, soil degradation, desertification of territories, monitoring, forecasting.

Введение

Земельные ресурсы России исторически представляют особую значимость в плане экологической, экономической, ресурсно-сырьевой, продовольственной безопасности нашей страны, её устойчивого социально-экономического развития. С другой стороны, они являются одним из наиболее уязвимых природных объектов, требующих особых условий и мероприятий в области защиты, охраны, рационального использования и воспроизводства [1].

Наибольший экологический вред и сопряженный с ним экономический ущерб поверхностному слою Земли наносит загрязнение токсичными отходами, сбросами со сточными водами опасных веществ, выбросы соединений в воздушную среду, под воздействием атмосферных осадков попадающие в почву, водная, ветровая эрозия, непродуманный отвод земельных участков под цели и виды использования, приводящие к уничтожению, деградации поверхностного слоя Земли [2–5].

Результаты исследования.

На основе литературных источников и статистической информации проведен анализ состояния дел с охраной недр, почв и земель в нашей стране.

Анализ экологического состояния земель в России свидетельствует об увеличении наращения темпов прироста деградированных, истощенных и загрязненных земель, почв, причем в ряде областей оно может стать необратимым процессом.

Причиной такого опасного для безопасности государства положения становятся как человеческий фактор (нарушение требований земельного, экологического, градостроительного, санитарного законодательства), так и различные природные явления и процессы.

По информации Центра мониторинга засух (на базе ВНИИСХМ), на территории России ежегодные засухи оказывают крайне негативное влияние на такие важнейшие сектора экономики как растениеводство и животноводство. Распространение засух, ведущее к деградации почв и опустыниванию территорий является неравномерным в зависимости от климатических условий и природных явлений. С учетом особенностей времени года оценка засух по различным регионам страны проводилась в период май-сентябрь. В истекшем году наиболее подверженными атмосферным засухам стали федеральные округа: Центральный, Приволжский, Южный, Северо-Кавказский, южная часть Уральского и юго-запад Сибирского. В таблице обобщены и систематизированы данные об интенсивности засух в федеральных округах (по градациям интенсивности засух: 1 – "Сильная", 2 – "Средняя", 3 – "Отсутствие").

**Таблица. Интенсивность атмосферных засух в регионах (2022 г.)
на территориях преобладания степных зон**

Республики Российской Федерации	Мониторинг засух за 2022 год														
	май			июнь			июль			август			сентябрь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Адыгея	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3
Калмыкия	3	2- 3	2- 3	1	1	1	1- 3	1- 3	2- 3	1- 2	1- 3	1	3	3	3
Тыва	1- 3	1- 3	1- 3	1- 3	1- 3	1- 3	1- 3	1- 3	1- 3	1- 3	1- 3	1- 3	1- 2	1- 3	1-3
Хакасия	3	1- 3	1- 3	1- 2	1- 3	1- 3	1- 3	1- 3	2- 3	1- 3	2- 3	1- 3	2- 3	2- 3	3

Проведенный анализ показал, что огромные по занимаемой площади территории страны (порядка 100 миллионов га) в 35 регионах занимают земельные участки, подверженные опустыниванию. К ним относятся Республики: Тыва, Калмыкия, Хакасия, Адыгея и ряд других, где преобладают степные зоны. Такие процессы в системе с эрозией, дефляцией грунтов и почв образуют условия для возникновения чрезвычайно ситуаций (ЧС) природного характера, в частности, пыльных бурь. Такие ситуации опасны не только для жизни и здоровья человека, но и для домашних животных, учитывая преобладание в экономике означенных регионов секторов сельского хозяйства, животноводства, птицеводства.

Вопросы качества продуктов питания населения неотделимы от количества и качества сельхозземель. Поэтому сохранение и оздоровление земель путем их рационального использования и охраны являются национальными интересами России, обеспечивающими также её продовольственную безопасность.

Проблема опустынивания и засух в России включает многочисленные аспекты: социально-экономические, экологические, технические, демографические, медико-санитарные. Опасные для устойчивого развития регионов процессы опустынивания, ранее поднимавшиеся только в связи с деградацией пастбищ, явились в настоящее время причиной потерь значительных площадей продуктивных сельскохозяйственных земель на юге страны, заброшенности земель, их деградации, развития зон экологического бедствия, невозможностью осуществления коренным населением издревле ведущейся животноводческой деятельности. Таким образом нерешаемый до сих пор актуальный экологический вопрос влечет за собой социально-экономические проблемы регионов и их жителей.

Необходимо поставить вопрос о формировании Государственной программы по предупреждению процессов опустынивания в России. В такую Программу целесообразно ввести комплекс мероприятий, уже предусмотренных принятыми национальными проектами, федеральными экологическими программами и целевыми программами развития территорий, а также ряд актуальных мер по предупреждению, мониторингу природно-техногенных ЧС.

В Программе найдут отражение актуальные вопросы планирования и размещения защитных лесонасаждений, искусственных водоемов хозяйственно-питьевого назначения, создания специальных охранных зон, а также упорядоченных территорий пастбищ, маршрутов скотопрогона, вызывающего высокий уровень негативного механического воздействия на природу, человека, муниципальные объекты, дорожно-транспортной инфраструктуру в виде запыления природных и населённых территорий твердыми частицами. Целью этой актуальной Программы должна стать координация системы мер, направленных на предотвращение и ликвидацию последствий опустынивания в формате предупреждения ЧС.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

Представляется необходимой разработка срочных мер по повышению уровня государственного управления и регулирования деятельности в области защиты и охраны почв и земель.

Предлагаемая автором государственная программа может существенно сконцентрировать, скоординировать, повысит эффективности мероприятий по охране и защите земельных ресурсов.

Автор работы, с учетом глубокого понимания экологических проблем в степных регионах России, выражает готовность в подготовке необходимых информационно-аналитических материалов для разработки такой государственной межведомственной или межгосударственной Программы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цховребов Э.С., Лебин А.Н., Белоусов В.Г. Новейшая история развития природоохранной деятельности в России // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2012. Т. 18. № 2. С. 192-196.
2. Акимов В.А., Олтян И.Ю., Иванова Е.О. Методика ранжирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера по степени их катастрофичности // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 1 (67). С. 4-7.

3. Сосунов И.В., Олтян И.Ю., Верескун А.В., Крапухин В.В. Управление риском чрезвычайных ситуаций как составная часть обеспечения безопасности жизнедеятельности // Технологии гражданской безопасности. 2015. Т. 12. № 1 (43). С. 4-9.

4. Гаврилов Е.В., Исаков В.М., Цховребов Э.С. Проблемы обеспечения экологической безопасности на территории муниципального образования // ЭКОСинформ. 2005. № 1. С. 17.

5. Цховребов Э.С. Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте. Монография. Первое издание. Москва: Космосинформ, 1994. 354 с.

УДК: [502.51(282.02):556.3.01]:574.24

Г. Д. Овчинников¹, С. А. Буймова¹, А. Г. Бубнов^{1,2}, С. Д. Буймов³

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

³МБОУ СШ № 28 г. Иваново

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПАШТЕТОВ ПЕЧЁНОЧНЫХ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЦИОНА ПИТАНИЯ

Аннотация: в работе представлены итоги химического анализа и оценки рисков от употребления паштетов печёночных входящих в состав ИРП «АР» и ИРП «МЧС». Полученные результаты сравнивались с аналогичными продуктами питания: «Останкино», «Союзная марка», «Пикантный с паприкой из свинины», «Name».

Ключевые слова: оценка безопасности, риск здоровью, паштеты печёночные, сопоставление значений.

G. D. Ovchinnicov, S. A. Buymova, A. G. Bubnov, S. D. Buimov

ASSESSMENT OF THE SAFETY OF LIVER PATES INCLUDED IN THE INDIVIDUAL DIET

Abstract: the paper presents the results of chemical analysis and risk assessment from the use of liver pates included in the IRP "AR" and IRP "MES". The results obtained were compared with similar food products: Oostankino, Soyuznaya Marka, Piquant with pork paprika, Name.

Keywords: safety assessment, health risk, liver pates, comparison of values.

Одно из приоритетных качеств в продуктах питания – это быстрота приготовления. Чем и характеризуются продукты, входящие в индивидуальные рационы питания (ИРП). По этой причине, например, паштет печёночный употребляется в пищу не только лицами специальных подразделений, но и гражданами, поскольку это дешёвый вариант питания. Поэтому безопасность

паштетов печеночных, входящих в ИРП, может являться важным фактором, влияющим и характеризующим здоровье населения.

В связи с этим, целью работы являлась оценка безопасности паштетов печеночных, входящих в состав индивидуального рациона питания.

Задачи работы:

1) определить содержание различных компонентов в паштетах печеночных, входящих в ИРП;

2) оценить значения показателей риска, характеризующие вредное воздействие на организм человека.

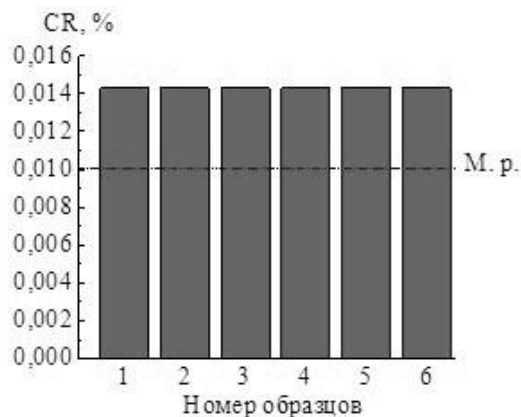
В работе производился физико-химический анализ исследуемых проб в результате которого было определено содержание: жира, хлоридов, минеральных примесей, соединений некоторых тяжёлых металлов (Cu^{2+} , Zn^{2+} , $Fe_{общ}$, Pb^{2+} , Cd^{2+}). Содержание различных поллютантов в паштетах определяли с помощью стандартизованных методик [1] - [6].

Влияние контролируемых соединений металлов, которые не обладают канцерогенными свойствами (Cu^{2+} , Zn^{2+} , $Fe_{общ}$) оценивались с помощью определения величины риска здоровью человека (CR) [7]. Оценки производились по формуле (1) из [7]:

$$CR = CDI \cdot HQ \quad (1)$$

где: HQ – коэффициент опасности, CDI – средние суточные дозы.

Сопоставление величин рисков от питания паштетами печеночными представлено на рис. 1.



М.р. - максимальный риск

Рис. 1. Риск здоровью человека от употребления паштетов печеночных
1 – «Останкино», 2 – «Союзная марка», 3 – «Пикантный с паприкой из свинины»,
4 – «Name», 5 – ИРП «АР», 6 – ИРП «МЧС»

Во всех отобранных пробах паштетов значение CR составляло 0,0143 %, что превышало значение максимального риска. Это означает, что употребление паштетов печеночных представленных торговых марок может привести к неблагоприятным последствиям. Например, избыток соединений железа ($Fe_{общ}$) может привести к тошноте, болям в животе, гастрит и т.д.

Возможное действие контролируемых соединений металлов, которые обладают канцерогенными свойствами (Pb^{2+} , Cd^{2+}) оценивалось с помощью определения величины пожизненного индивидуального риска здоровью человека (LR) [7]. Оценка осуществлялась по формуле (2) из [7]:

$$LR = CDI \cdot Sf \quad (2)$$

где: Sf – величина дополнительного индивидуального канцерогенного риска, $(\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сут.}))^{-1}$.

Сравнение оценённых величин рисков от употребления паштетов печёночных представлено на рис. 2.

Соединения свинца (Pb^{2+}) и кадмия (Cd^{2+}) были обнаружены в ИРП «АР» и ИРП «МЧС». Пробы этих марок показали значение $LR = 5,124 \cdot 10^{-7}$, что не превышает минимальные риски.

Для оценки вероятного уровня «пострадавших» от употребления паштетов различных торговых марок использовались величины популяционного риска (R_{popul}). Оценки для населения Ивановской области выполнялись по формуле (3) из [8]:

$$R_{\text{popul}} = LR \cdot N \quad (3)$$

где: N – численность населения региона, чел.; численность населения Ивановской области на 01.01.2022 составляла 914 493 чел. [9].

Сопоставление значений рисков от употребления паштетов печёночных представлено на рис. 3.

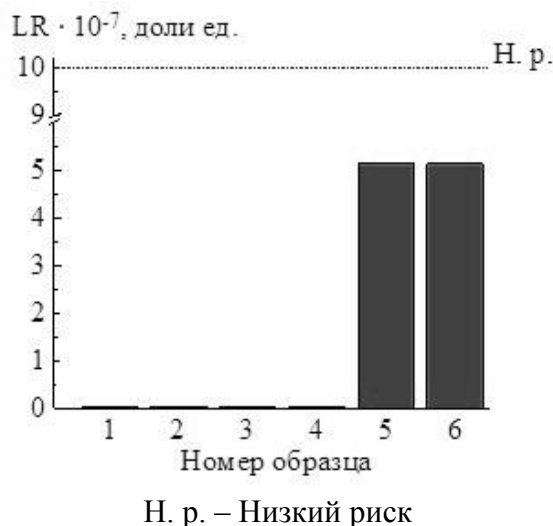


Рис. 2. Пожизненный индивидуальный риск здоровью человека от употребления паштетов печёночных

1 – «Останкино», 2 – «Союзная марка», 3 – «Пикантный с паприкой из свинины», 4 – «Name», 5 – ИРП «АР», 6 – ИРП «МЧС»

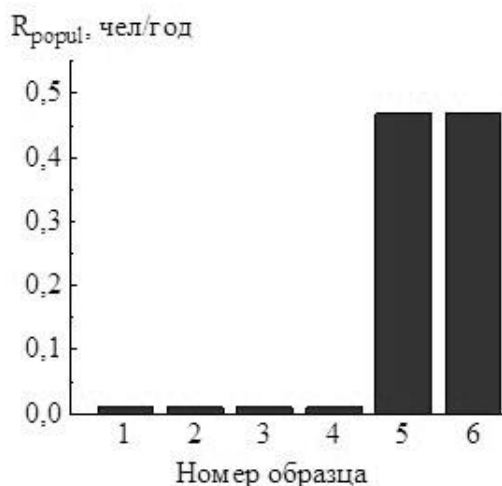


Рис. 3. Величины популяционного риска от употребления паштетов печёночных в Ивановской области

1 – «Останкино», 2 – «Союзная марка», 3 – «Пикантный с паприкой из свинины», 4 – «Name», 5 – ИРП «АР», 6 – ИРП «МЧС»

По полученным значениям популяционных рисков можно сказать, что от употребления паштетов печёночных различных торговых марок никто не пострадает.

Для оценки ущерба наносимый здоровью населения от употребления паштетов печёночных (выраженный в денежном эквиваленте) использовались значения статистической стоимости жизни (ССЖ), которые основывались на ВРП за 2022 год.

Оценки производились по формуле (4) из [8]:

$$Y = LLE \cdot ССЖ \quad (4)$$

где, LLE – величина сокращения ожидаемой продолжительности жизни
Величина ССЖ рассчитывается по формуле (5):

$$ССЖ = \frac{ВРП \cdot T_{cp}}{N} \quad (5)$$

где: ВРП – внутренний региональный продукт, руб.; T_{cp} – средняя продолжительность жизни в регионе, год; N – число проживающих на территории региона, человек.

Сравнение значений вероятного ущерба от употребления паштетов печёночных, содержащих контролируемые соединения металлов, представлено на рис. 4.

По оценочным значениям вероятного ущерба от употребления паштетов печёных различных торговых марок можно сказать, что воздействие тяжёлых металлов в образцах на здоровье людей сравнительно невелики.

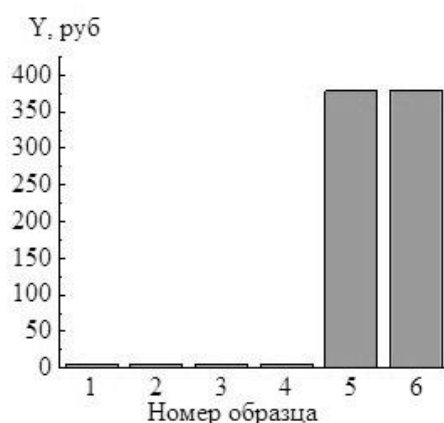


Рис. 4. Величины ущерба от употребления паштетов печёночных
1 – «Останкино», 2 – «Союзная марка», 3 – «Пикантный с паприкой из свинины»,
4 – «Name», 5 – ИРП «АР», 6 – ИРП «МЧС»

Таким образом, была проведена оценка безопасности паштетов печёночных. Полученные значения физико-химических показателей образцов паштетов соответствуют нормативам [10]. Было обнаружено превышение максимального риска от наличия соединений Cu^{2+} , Zn^{2+} , $Fe_{общ}$ во всех исследуемых торговых марках («Останкино», «Союзная марка», «Пикантный с паприкой из свинины», «Name», ИРП «АР», ИРП «МЧС»), что иллюстрируют значения СР. По оценённым результатам величин LR, R_{popul} и ущерба от употребления паштетов печёночных можно сказать, что возможная маловероятная величина наносимого вреда здоровью человека минимальна.

В дальнейшем планируется продолжить оценку безопасности паштетов печеночных и других продуктов питания, входящих в состав ИРП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 8756.0. Продукты консервированные пищевые. Метод отбора проб.
- ГОСТ 8756.1. Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей, массы нетто или объема и массовой доли составных частей.
- ГОСТ 26183-84. Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения жира.
- ГОСТ 26186-84. Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Методы определения хлоридов.
- ГОСТ 8756.4. Продукты пищевые консервированные. Метод определения содержания минеральных примесей (песка).
- ГОСТ Р 51637-2000. Методы определения массовой доли микроэлементов (марганца, железа, меди, цинка, кобальта).
- Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.
- Быков, А.А. Методические рекомендации по анализу и управлению риском воздействия на здоровье населения вредных факторов окружающей среды / А.А. Быков, Л.Г. Солёнова, Г.М. Земляная, В.Д. Фурман. – М.: Анкил, 1999. – 72 с.
- Федеральная служба государственной статистики. [Электронно] URL: <https://rosstat.gov.ru/> [дата обращения 12.08.2022].

10. МР 2.3.1.0253-21. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

УДК 614.8

Е. Е. Остапчук

Академия гражданской защиты МЧС России

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА, В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ЭКОЛОГИЮ РЕГИОНА

Аннотация: в статье представлен анализ подходов к оцениванию регионов Арктической зоны Российской Федерации с точки зрения вероятности возникновения в них аварий и чрезвычайных ситуаций, техногенного характера, а также влияния их последствий на окружающую среду. При проведении исследования, определена необходимость ранжирования регионов по уровню влияния чрезвычайных ситуаций на экологию региона и определена необходимость продолжения углубленного изучения данной темы.

Ключевые слова: Арктическая зона, вероятность, северные регионы, экологический аспект.

Е. Е. Ostapchuk

ANALYSIS OF THE IMPACT OF TECHNOGENIC EMERGENCIES ON THE REGION ECOLOGY IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Annotation: the article presents an analysis of approaches to the assessment of the regions of the Arctic of the Russian Federation in terms of the likelihood of accidents and emergencies of a technogenic nature, as well as the impact of their consequences on the environment. During the study, the need to rank the regions by the level of impact of emergencies on the ecology of the region was determined and the need for further in-depth study of this topic was determined.

Keywords: Arctic zone, probability, northern regions, environmental aspect.

Среди современного мирового сообщества ученых, экспертов и специалистов в области экологии всё чаще делаются громкие заявления и всё упорнее ведутся дискуссии о том, что таяние ледников Южного и Северного полюсов медленно, но верно ведет к повышению уровня воды в океанах. Это в свою очередь, приводит к изменению климата всей планеты, особенно сильно на него влияет глобальное потепление. Потому что, оно приводит к различному виду чрезвычайным ситуациям, природного характера таким как: подтопление городов, находящихся на уровне моря (порой бывает и ниже), засухи в странах, находящихся в теплых климатических поясах (как правило на линии экватора), смены, освобождение Северного Ледовитого Океана от ледяного покрова (что может вызвать высвобождение большого количества метана в атмосферу) и так далее [1, 2].

Вместе с тем, происходит ряд других чрезвычайных ситуаций, вызванных деятельностью человека, которые можно рассматривать как случившиеся в следствии влияния антропогенного фактора.

В частности, в Арктической зоне Российской Федерации согласно сообщению начальника поисково-спасательной службы Арктического спасательного учебно-научного центра ежегодно в этом регионе нашей страны происходит более ста чрезвычайных ситуаций, техногенного характера ежегодно [3]. С учетом того, что в Арктической зоне более тысячи различных предприятий промышленности и во многих из них используются разные химические вещества нельзя исключать вероятность дальнейшего роста аварий и катастроф, связанных с причинением вреда экологической составляющей региона.

Один из «ярких» примеров, подобного рода чрезвычайных ситуаций, техногенного характера с причинением колоссальных последствий для экологии явился разлив дизельного топлива на теплоэлектростанции в городе Норильск. В результате аварии в местную акваторию попало более двадцати тысяч тонн дизельного топлива [4], большую часть которой слаженными действиями спасательных формирований удалось собрать. Еще часть была локализована с помощью химических соединений (сорбентов). Тем не менее легкие химические соединения и те, которые не удалось собрать в силу непреодолимых обстоятельств ударили по экологической составляющей посредством отравления воды в некоторых водоемах, отдельных участков почвы. Общий выброс вредных веществ превысил предельно допустимую концентрацию для выживания рыбы в водоемах во много раз. А одно из самых опасных моментов является то, что некоторые компоненты дизельного топлива не растворяются в воде и не поддаются сбору, при этом отравляя воду. Усложняется всё вышеописанное тем, что разлагающее действие нефтепродуктов, как правило, оказывают микробиологические элементы (микробы), а в Арктической зоны в следствии низких температур их активность довольно слабая [5]. Данный факт, говорит о том, что последствия этого загрязнения будут отражаться на части Северного Ледовитого Океана в будущем и ни один год.

Исходя из вышеописанного, вытекают обстоятельства, подтверждающие актуальность исследований в области техносферной безопасности на территории Арктической зоны и позволяющие сформулировать проблемную ситуацию в увеличении опасности нанесения ущерба экологии северных регионов вследствие чрезвычайных ситуаций, техногенного характера (далее – ЧС).

Для понимания того, что происходит на пораженной территории после завершения активной ликвидации последствий ЧС, необходимо проводить точечный местный анализ влияния последствий ЧС (далее – Анализ) в конкретном регионе с привлечением специалистов-экологов. При этом для каждого случая, подбор привлекаемых специалистов должен быть актуальным согласно необходимым компетенциям для получения оправданного и реального результата.

На рисунке изображены территории, которые полностью либо частично входят в Арктическую зону.

Источник: по данным Агентства по развитию человеческого капитала на Дальнем Востоке и в Арктике



Рис. Территории входящие в Арктическую зону Российской Федерации

Ввиду большой площади Арктической зоны, становится понятным, что проведение какого-то единого Анализа не представляется практичным, более того скорее всего – невозможным. Но и рассматривать каждый отдельный случай является слишком обширной и трудозатратной деятельностью. В связи с чем, полагается возможным применить комбинированный метод проведения Анализа, который будет включать детальное изучение всех аспектов крупных аварий, и краткий обзор мелких. При такой совокупности информации можно сделать вывод о складывающейся обстановке на сегодняшний день.

Предлагаемый комбинированный метод заключается в следующем, на первом этапе определить конкретный регион (субъект, или его часть), собрать необходимые статистические данные, провести их обработку. Результаты необходимо использовать их в качестве исходных данных для следующего этапа. На втором этапе, обработанные данные оценить с применением экспертов на предмет влияния последствий на экологию данной конкретной территории. Предмет влияния может выражаться в принесенном ущербе флоре и фауне, во вреде окружающей среде и т.д.

Для удобства сравнения и наглядной демонстрации, складывающейся обстановки можно привести итоги Анализа к общему показателю, который будет экологической характеристикой последствия ЧС. Показатель влияния последствий ЧС на экологию региона можно представить в следующем выражении

$$PV_{\text{ЧСР}} = \frac{(U^{\text{Фл}} + U^{\text{Фн}} + W^{\text{ОС}} + D^{\text{ОСТ}})}{\sum N^{\text{ЧС}}}, \quad (1)$$

где $PV_{\text{ЧСР}}$ – непосредственно показатель влияния последствий ЧС на экологию региона;

$U^{\text{Фл}}$ – ущерб, принесенный флоре конкретного региона выраженный в денежном эквиваленте, (тысячи рублей);

$U^{ФН}$ – ущерб, принесенный фауне конкретного региона выраженный в денежном эквиваленте, (тысячи рублей);

W^{OC} – вред, причиненный окружающей среде конкретного региона выраженный в денежном эквиваленте, (тысячи рублей);

$D^{ост}$ – остальные отрицательные последствия каким-либо образом, воздействующие на жизнедеятельность людей, выраженные в денежном эквиваленте, (тысячи рублей);

$\sum N^{ЧС}$ – количество произошедших чрезвычайных ситуаций, техногенного характера имевших последствия (ущерб и т.д.) в рассматриваемом регионе.

Данный простой подход посредством математических вычислений позволяет провести ранжирование по результатам Анализа и произвести первичную оценку регионов в Арктической зоне Российской Федерации для выявления наиболее подверженных чрезвычайным ситуациям, техногенного характера. Кроме того, он может быть полезен при необходимости учесть с точки зрения экологической безопасности наиболее опасные последствия и их влияние на исследуемые территории (акватории).

Таким образом, результаты проведенного анализа дают основание полагать, что в северной части нашей страны на современном этапе интенсивно развивается экономический потенциал, что обуславливает увеличение возможных аварий и чрезвычайных ситуаций, техногенного характера. Исходя из этого можно предполагать, что существует вероятность возникновения обстановки с отрицательным влиянием на экологию данных территорий. Это может вызвать негативное влияние на повседневную жизнедеятельность населения севера и привести к различного рода отрицательным последствиям для природы. Это говорит об актуальности дальнейшего проведения более углубленных исследований данной проблемной ситуации для поиска возможных допустимых и эффективных вариантов её решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Башкирцев В.С., Машнич Г.П.* Солнечная активность и прогноз климата Земли. - Избранные проблемы астрономии // Материалы науч.-практ. конф. «Небо и Земля» - Иркутск: Иркут. ун-т. 2006. С. 248-254.
2. *Язев С.А., Леви К. Г., Задонина Н.В.* Глобальное потепление и вопросы научной методологии // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2009.
3. Официальный сайт информационного агентства «ТАСС». В Арктике в последние годы отмечается устойчивый рост количества ЧС техногенного характера. URL: <https://tass.ru/proisshestviya/12319553> (дата обращения: 25.02.2023)
4. *Коновалова В.М.* Норильский разлив // Молодой ученый. 2020. № 46 (336). С. 71-72. URL: <https://moluch.ru/archive/336/75202/> (дата обращения: 25.02.2023).
5. *Немировская И.А.* Углеводороды снежно-ледяного покрова высокоширотных акваторий // Природа. 2003. №2. С. 62–71.

УДК 621.45.026

С. Л. Панченко¹, С. А. Толстов²

¹Борисоглебский филиал ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

²Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА В АВИАЦИИ КАК ПУТЬ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация: в статье описано преимущество водородного топлива, в том числе с точки зрения решения проблемы загрязнения воздуха, при использовании его в авиации в качестве альтернативы авиационному керосину.

Ключевые слова: авиация, водородное топливо, загрязнение окружающей среды.

S. L. Panchenko, S. A. Tolstov

THE USE OF HYDROGEN FUEL IN AVIATION AS A WAY TO SOLVE THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Abstracts: the article describes the advantage of hydrogen fuel, including from the point of view of the air pollution problem solve, when using it in aviation as an alternative to aviation kerosene

Keywords: aviation, hydrogen fuel, environmental pollution.

В настоящее время в авиации, как в военной, так и в гражданской, в качестве топлива используется авиационный керосин. Данное топливо относится к классу углеводородных и представляет собой продукт переработки нефти. Однако нефть используется не только для данных целей, но и для подавляющего большинства других нужд промышленности, сельского хозяйства, бытовой сферы и др. Особенно остро стоит вопрос использования нефти в наземном транспорте, так как без нее он попросту не может существовать – приводящие его в движение поршневые двигатели внутреннего сгорания работают на таком виде топлива, как бензин с различными октановыми числами, который является другим продуктом переработки нефти, ее самой легкой фракцией при перегонке. Однако запасы нефти, представляющей собой переработанные естественным образом останки живых организмов, населявших планету в более ранние геологические эпохи, являются конечными и исчерпаемыми. Поскольку количество единиц наземного автотранспорта во всем мире растет семимильными шагами, а также учитывая то, что нефть используется еще и для производства смазочных материалов, в промышленности и т.д., данный факт может привести к тому, что запасы нефти на планете могут истощиться. Кроме этого, использование углеводородных топлив – продуктов переработки нефти – представляет собой очень серьезный в настоящее время вопрос техносферной безопасности. Проблема загрязнения окружающей среды выбросами продуктов сгорания топлива для наземного транспорта является серьезным вопросом на протяжении не одного десятилетия. Однако и в авиации на вопрос загрязнения окружающей среды также обратили внимание. Хотя по количеству загрязняющих воздух веществ авиация уступает наземному транспорту примерно в 15 раз, она

влияет на экологию, причем не приземного воздушного слоя, а верхней тропосферы и нижней стратосферы [1].

На рис. 1 показаны составляющие эмиссий (выбросов) продуктов сгорания углеводородных топлив авиационных двигателей и их влияние на окружающую среду.

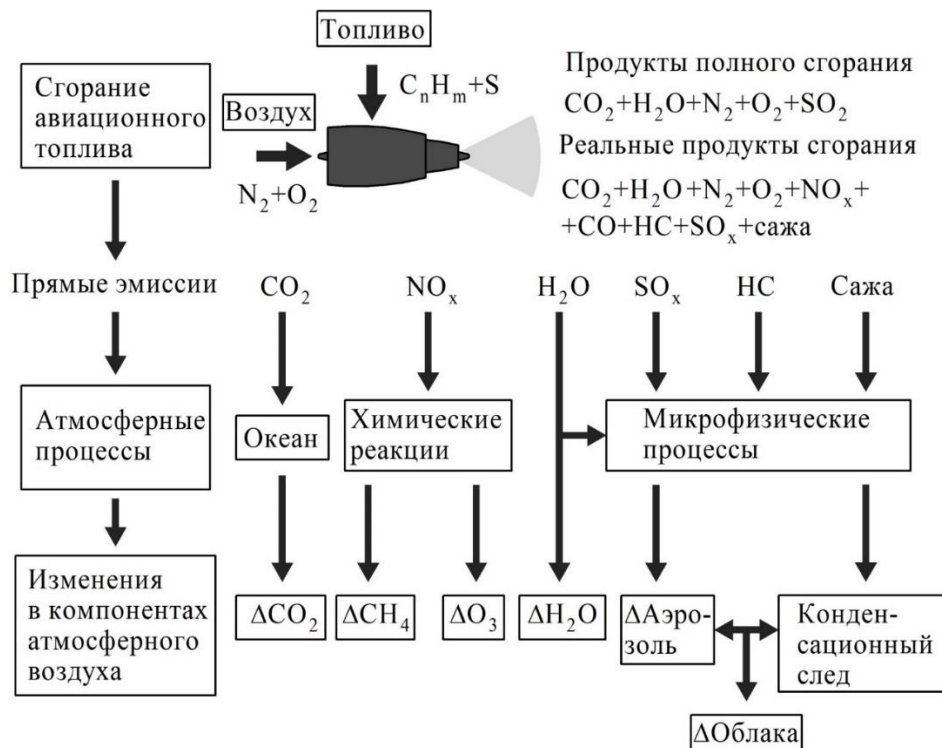


Рис. 1. Влияние эмиссий авиационных двигателей, работающих на углеводородном топливе, на состояние окружающей среды

Поскольку полного сгорания топлива в реальных условиях достичь фактически невозможно, кроме углекислого газа (CO_2), водяного пара (H_2O) и азота (N_2), при сгорании углеводородного топлива будут выделяться и выбрасываться из авиационных двигателей экологически небезопасные для окружающей среды вещества: оксид углерода (CO), оксиды азота (NO_x), оксиды серы (SO_x), сажа (C) и некоторые другие вредные вещества. Как видно из рис. 1, данные вредные вещества вызывают изменения в атмосферных процессах и даже влияют на гидросферу.

Проблемы использования углеводородного топлива (авиационного керосина), в том числе и с экологической точки зрения, и возможности перехода летательных аппаратов на альтернативные виды топлива интересовали ученых и авиаконструкторов с середины XX века. Одним из альтернативных видов топлива является водород, который в отличие от нефти фактически имеет неисчерпаемые запасы на планете, а продуктом его сгорания является экологически безопасный водяной пар (H_2O). Таким образом, применение водородного топлива решает острую проблему экологического характера. Кроме того, водород обладает лучшими энергетическими показателями по сравнению с авиационным керосином. Например, теплота сгорания водорода составляет 120 МДж/кг, в то время как для авиационного керосина – 42,9...43,3 МДж/кг [2]. Это означает, что при сгорании 1 кг водорода высвободится в 3 раза больше энергии, чем при сгорании 1 кг керосина; с другой

стороны, для получения одного и того же значения тепловой энергии, необходимой для работы двигателя, водородного нужно будет затратить в 3 раза меньше, чем авиационного керосина. Таким образом, помимо экологических задач, применение водородного топлива решает и экономические проблемы, что для гражданской авиации немаловажно.

Однако особенностью такого топлива, как водород, является то, что его плотность в газообразном состоянии довольно мала, поэтому его применение целесообразно в сжиженном виде, что возможно только при криогенных температурах (водород кипит при температуре 20,3 К, что соответствует минус 253 °С). Поэтому данное топливо называют криогенным, и это является недостатком его использования, так как обеспечить такую низкую температуру в баках довольно непросто. Кроме того, применение криогенного топлива требует наилучшей герметизации топливных баков и трубопроводов. Также для подачи жидкого топлива при криогенных температурах в трубопроводы топливной магистрали обычный топливный насос не подойдет, необходим непростой по конструкции турбонасосный агрегат. Помимо этого, во избежание подачи на разные форсунки камеры сгорания двигателя водорода в разных агрегатных состояниях (на одну форсунку жидкого, на другого газообразного), что приведет к пульсациям и нарушению процесса горения топлива, необходимо полностью газифицировать водород (превращать его из жидкого в газообразный). Данное обстоятельство приводит к еще большему усложнению конструкции топливной системы, поскольку в нее нужно добавить теплообменник-газификатор жидкого топлива.

Несмотря на перечисленные выше сложности применения криогенного водородного топлива для самолетов, ученые и конструкторы еще в СССР работали над созданием самолета, который может летать на водородном топливе. Так, на базе самолета Ту-154 была создана летающая лаборатория Ту-155 (рис. 2), в 1988 году начались ее испытания, было проведено 5 полетов, первый из которых состоялся в апреле 1988 года [5]. Данный факт доказал возможность применения водородного топлива в авиации, и хотя в 1990-е годы из-за известных экономических реформ исследования в этой области прекратились почти полностью, в настоящее время идет постепенное возвращение к теме применения подобного криогенного топлива.

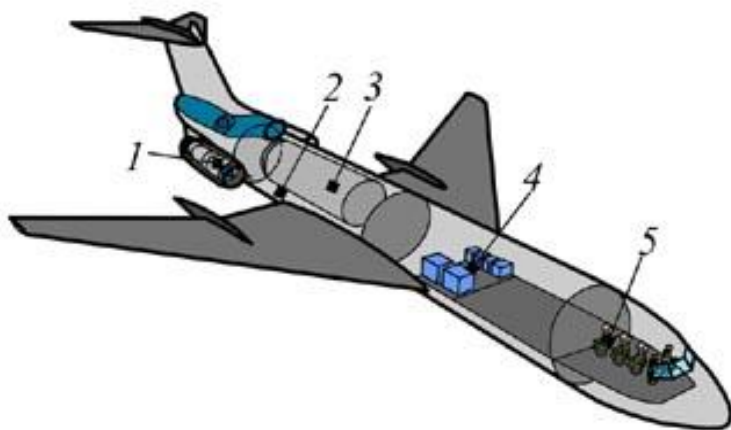


Рис. 2. Компоновочная схема самолета Ту-155:

- 1 – авиационный двигатель НК-88;
- 2 – экспериментальный герметичный топливный отсек; 3 – топливный бак с жидким водородом;
- 4 – контрольно-регистрирующая аппаратура; 5 – рабочие места для экспериментаторов

В настоящее время идут теоретические разработки конструкции воздушно-космических самолетов, применяемых в основном в военной авиации. Полет данных летательных аппаратов характеризуется скоростями, превышающими скорость звука в 4..5 раз, при этом из-за аэродинамического нагрева баков с керосином он может выделять смолистые отложения и забивать топливные трубопроводы, что может привести к отказу топливной системы. Именно по этой причине воздушно-космические самолеты уже стараются перевести на водородное топливо, хотя процесс пока что находится в стадии теоретических расчетов и до создания опытного образца еще далеко. Однако экологический вопрос загрязнения атмосферного воздуха продуктами сгорания авиационного керосина, на который уже обратили внимание в Международной организации гражданской авиации (ИКАО) в ближайшем будущем поставит такую задачу и перед гражданской авиацией. Применение фактически безвредного водородного топлива для гражданских самолетов позволит решить проблему загрязнения атмосферного воздуха хотя бы со стороны воздушного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванова А.Р.* Влияние авиации на окружающую среду и меры по ослаблению негативного воздействия / А.Р. Иванова // Труды Гидрометцентра России. – 2017. – Вып. 365. – С. 5-14.
2. *Нечаев Ю.Н.* Силовые установки гиперзвуковых и воздушно-космических летательных аппаратов. / Ю.Н. Нечаев. – М.: Издание Академии Космонавтики им. К.Э. Циолковского, 1996. – 213 с.
3. *Туполев А.А.* Ту летит на водороде / А.А. Туполев // Наука и жизнь: – 1989. – № 1. – С. 33-34.

УДК 614.841.3

Е. С. Преображенская, М. В. Загуменнова, А. Г. Фирсов, О.В. Надточий
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

НАГРУЗКА НА ИНСПЕКТОРСКИЙ СОСТАВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА В 2022 ГОДУ

Аннотация: в статье рассмотрена нагрузка на государственных инспекторов в Российской Федерации. Проведен анализ нагрузки на инспекторов по пожарному надзору. Выявлена неравномерность нагрузки на государственных инспекторов по пожарному надзору в Российской Федерации на объектах защиты в 2022 году.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор, относительный показатель, нагрузка, инспектор, контрольное (надзорное) мероприятие, удельная нагрузка, федеральный округ.

E. S. Preobrazhenskaya, M. V. Zagumennova, A. G. Firsov, O. V. Nadtochiy

BURDEN ON THE INSPECTION STAFF OF THE STATE FIRE SUPERVISION IN 2022

Abstract: the article deals with the burden on state inspectors in the Russian Federation. An analysis of the load on fire inspectors was carried out. The unevenness of the load on state fire inspectors in the Russian Federation at protection facilities in 2022 was revealed.

Keywords: state fire supervision, relative indicator, load, inspector, control (supervisory) measure, specific load, Federal District

Ежедневно в течение 2022 г. органами государственного пожарного надзора (далее – ГПН) осуществлялась кропотливая работа по предупреждению возможных пожаров на объектах защиты, а также ограничению распространения пожаров и снижению их последствий. Естественно, что нагрузка на государственных инспекторов по пожарному надзору (далее – государственный инспектор), осуществляющих федеральный ГПН на объектах защиты неодинаковая. Нагрузка на государственных инспекторов зависит от многих фактов: фактическая численность и профессиональная подготовленность государственных инспекторов, количество поднадзорных объектов защиты и распределение их по категориям риска, численность населения (персонала) на обслуживаемой территории, территориальная протяженность зоны обслуживания и природно-климатические условия обслуживаемых территорий и др. региональные особенности субъектов Российской Федерации (далее – РФ). Поэтому для корректного сравнения нагрузки на государственных инспекторов по пожарному надзору необходимо использовать относительные показатели. С помощью относительных показателей осуществляется единое нормирование нагрузки на государственных инспекторов как по отдельному взятому показателю, характеризующему результаты деятельности их деятельности на объектах защиты, так и в обобщенном комплексном виде (удельная нагрузка).

В соответствии с приказом МЧС России [1] результаты деятельности ГУ МЧС России МЧС России по субъектам РФ обобщались накопленным итогом в базе данных «ГПН-2022» (далее – БД ГПН). Данная БД ГПН имеет соответствующее свидетельство о государственной регистрации базы данных в Роспатенте. Для расчета нагрузки на государственных инспекторов был подготовлен соответствующий массив статистических данных из БД ГПН за 2022 г. как в целом по России, так и по субъектам РФ. Средняя (далее – ср.) нагрузка на государственных инспекторов приведена в таблице.

Таблица. Средняя нагрузка на одного государственного инспектора по пожарному надзору в Российской Федерации

Наименование показателя	Ср. значение, ед.
1	2
Всего поднадзорных объектов	153,6
Запланировано контрольных мероприятий (далее – КНМ)	2,9
Проведено плановых КНМ	2,5
Выдано предписаний по нарушениям требований пожарной безопасности (далее - ТПБ) при плановых КНМ	1,6

Наименование показателя	Ср. значение, ед.
1	2
Выявлено при плановых КНМ нарушений ТПБ	17,1
Проведено внеплановых КНМ	3,6
Вручено предписаний при внеплановых КНМ	1,1
Выявлено при внеплановых КНМ нарушений ТПБ	8,8
Всего проведено КНМ	6,1
Всего выдано предписаний по результатам проведения КНМ	2,7
Всего выявлено нарушений ТПБ при КНМ	26,0
Устранено нарушений ТПБ, выявленных при плановых и внеплановых КНМ	18,0
Проведено КНМ без взаимодействия с контролируемым лицом	2,4
Проведено профилактических визитов (далее – проф. визит)	15,2
Проведено органами прокуратуры проверок пожарного состояния с привлечением сотрудников органов ГПН	1,4
Выявлено нарушений ТПБ при проверках органами прокуратуры с привлечением государственных инспекторов ГПН	7,2
Удельная нагрузка на государственных инспекторов ГПН	25,1

Относительные показатели, характеризующие нагрузку на 1-го государственного инспектора, основываются на данных о штатной численности государственных инспекторов по РФ из БД ГПН. По данным БД ГПН штатная численность государственных инспекторов на конец 2022 года составила 12 613 ед., фактическая численность – 11 183 ед. Процент укомплектованности государственными инспекторами в РФ составляет 88,66 %. На рис. 1 приведено распределение нагрузки на государственных инспекторов по проверке объектов защиты по федеральным округам (далее – ФО) РФ. Данные на рис. 1 показывают, что максимальное значение по количеству объектов защиты на 1-го государственного инспектора соответствует Уральскому ФО (196,3 ед.), а минимальное значение – Дальневосточному ФО (108,9 ед.).

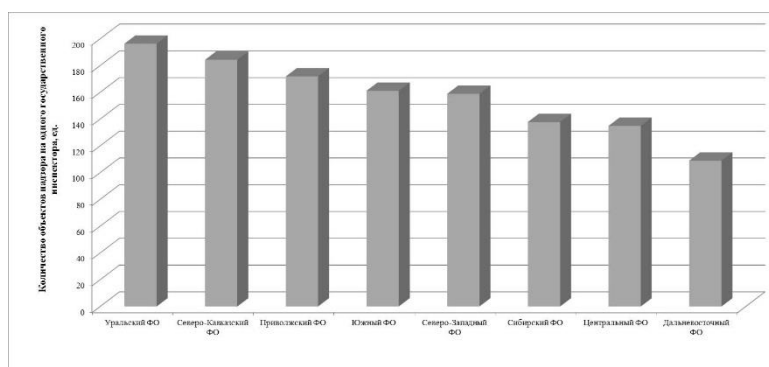


Рис. 1. Распределение количества поднадзорных объектов защиты на 1-го государственного инспектора по ФО РФ

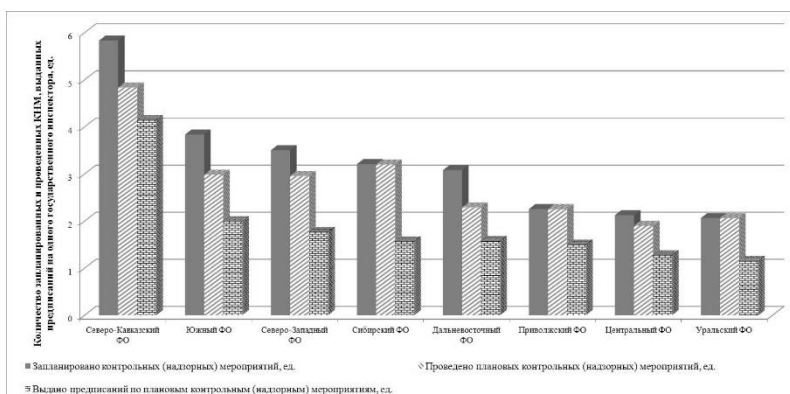


Рис. 2. Распределение количества запланированных и проведенных плановых КНМ, предписаний ГПН на 1-го государственного инспектора по ФО РФ

Распределение количества запланированных, проведенных плановых КНМ и предписаний ГПН на инспекторский состав по ФО РФ представлено на рис. 2. Максимальное значение по количеству выданных предписаний ГПН соотносится с Северо-Кавказским ФО (4,1 ед.), а минимальное значение – в Уральском ФО (1,1 ед.) (см. рис. 2).

На рис. 3 представлена нагрузка на государственных инспекторов ГПН по проведению ими внеплановых КНМ в разрезе ФО РФ. Анализ расчетных данных показывает, что максимальные значения нагрузки на инспекторский состав ГПН по количеству проведенных ими внеплановых КНМ отмечаются в Южном ФО (5,1 ед.), а минимальные – в Северо-Кавказском ФО (2,3 ед.).

Соотношение количества выявленных и устраненных нарушений ТПБ на 1-го государственного инспектора ГПН в разрезе ФО РФ представлено на рис. 4. Максимальное значение данного показателя соответствует Северо-Кавказскому ФО (соответственно 432,0 и 34,8 ед.). Минимальное значение выявленных нарушений ТПБ отмечается в Северо-Западном ФО (27,7 ед.), а устраненных нарушений ТПБ соответствует – Уральскому ФО (9,3 ед.).

Федеральным законом от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [2], введено такое понятие как проф. визит. Стоит отметить, что проф. визит постепенно занимает центральное место в перечне профилактических инструментов контрольно-надзорной деятельности органов ГПН.

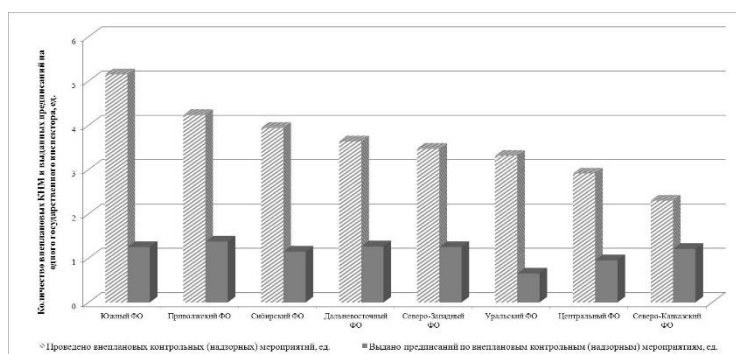


Рис. 3. Распределение количества внеплановых КНМ и предписаний ГПН на 1-го государственного инспектора по ФО РФ

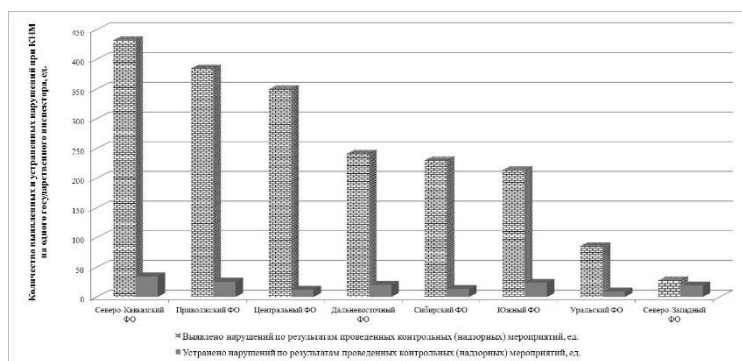


Рис. 4. Распределение количества нарушений ТПБ на 1-го государственного инспектора по ФО РФ

На рисунке 5 показано распределение количества проф. визитов на 1-го государственного инспектора ГПН по ФО РФ. Максимальное количество проф. визитов приходится на Северо-Кавказский ФО (5,6 ед.), а минимальное – на Дальневосточный ФО (3,4 ед.). Одним из важных показателей является удельная нагрузка на одного государственного инспектора. Она формируется исходя из общего количества проведенных проверок, КНМ проведенных совместно с органами прокуратуры, КНМ проведенных без взаимодействия с контролируемым лицом, проф. визитов и штатной численности государственных инспекторов. Результаты расчета удельной нагрузки на государственных инспекторов по ГПН приведены на рисунке 6.

Максимальное значение удельной нагрузки в Северо-Кавказском ФО (12,6 ед.), а минимальное значение отмечается в Дальневосточном ФО (7,7 ед.). Ср. значение удельной нагрузки по РФ составляет 9,5 ед.

Данные по распределению удельной нагрузки на государственных инспекторов ГПН по субъектам РФ представлены на рис. 7. Максимальное значение отмечается в Ставропольском крае (51,9 ед.), а минимальное значение нагрузки в Республике Мордовия (6,8 ед.).

В целом проведенный анализ подтвердил наличие неравномерной нагрузки на государственных инспекторов ГПН. Наибольшая удельная нагрузка отмечается в субъектах РФ Северо-Кавказского и Сибирского ФО, а наименьшая – в Дальневосточном ФО и частично в Центральном ФО.

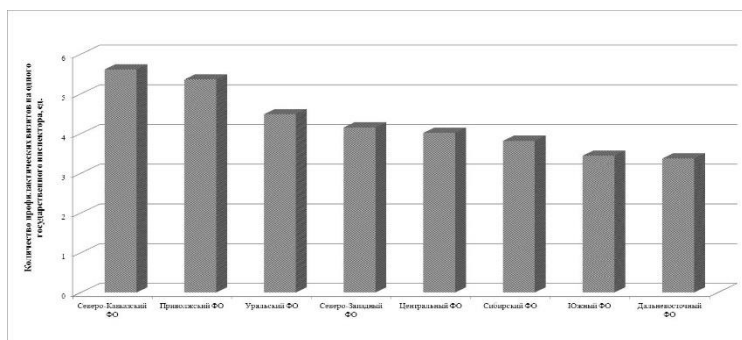


Рис. 5. Количество проф. визитов на 1-го государственного инспектора ГПН по ФО РФ

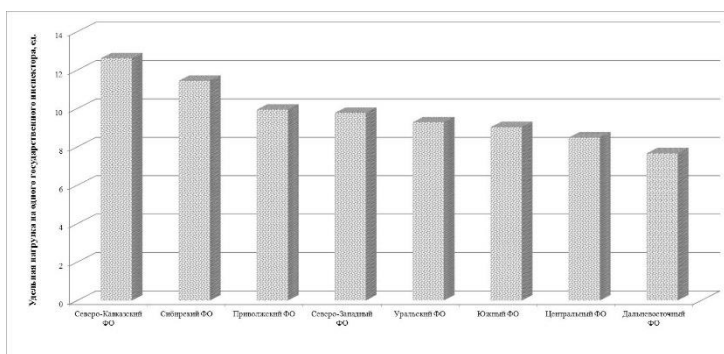


Рис. 6. Удельная нагрузка на государственных инспекторов по ФО РФ

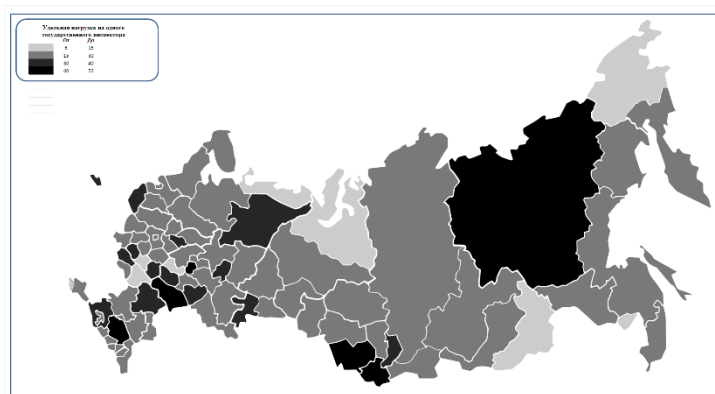


Рис. 7. Удельная нагрузка на государственных инспекторов по субъектам РФ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России от 22.12.2021 г. № 900 «О предоставлении отчетности по деятельности, осуществляемой органами государственного пожарного надзора МЧС России» – URL: <https://cloud.mail.ru/public/MeqD/61kcQ3wmZ> (дата обращения 06.02.2023).
2. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. N 248-ФЗ "О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями) – URL: <https://base.garant.ru/74449814/> (дата обращения 06.02.2023).

УДК 631.95

Д. Н. Разиньков

Воронежский государственный технический университет

О ГАРМОНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА С ПРИРОДНОЙ СРЕДОЙ

Аннотация: Черноземье испытывает значительное антропогенное давление на природную среду. Перевод животноводческих отходов в побочный продукт может ещё больше обострить экологическую ситуацию в регионе.

Ключевые слова: животноводческие отходы, негативное воздействие, побочный продукт, деградация рек.

N. D. Razinkov

NOLOGY FOR THE USE OF ANIMAL BY-PRODUCTS WITH THE NATURAL ENVIRONMENT

Abstract: the Chernozem region is experiencing significant anthropogenic pressure on the natural environment. The conversion of animal waste into a by-product can further aggravate the environmental situation in the region.

Keywords: livestock waste, negative impact, by-product, degradation of rivers.

Интенсификация сельского хозяйства в нашей стране в последнее десятилетие в целом и животноводства с птицеводством в частности открыло новые горизонты для этой хозяйственной отрасли. Перспективы самые радужные – открылся китайский рынок для животноводческой сельскохозяйственной продукции, который для сельхозпроизводителей представляется неограниченным. В связи с этим в последние годы в нашей стране начинает действовать всё больше животноводческих и птицеводческих комплексов, например, в Воронежской области (табл. 1). Этому способствует неограниченные возможности регионального растениеводства, развитое производство комбикормов, благоприятные погодные условия, постоянно растущие производственные мощности объектов мясопереработки в регионе и соседних областях.

Представленные в табл. 1 статистические показатели свидетельствуют, что если статистические данные по крупному рогатому скоту и сельскохозяйственным птицам мало изменяются, то ежегодное поголовье свиней в Воронежской области только за пять лет выросло на 57 %. Количество свиней почти сравнялось с количеством людей в регионе (рис. 1). И далее снижение темпа роста поголовья свиней не ожидается.

Таблица 1. Статистические показатели по основным видам сельскохозяйственным животным и птицам в Воронежской области [1]

Поголовье на конец года, тыс. голов	Года				
	2017	2018	2019	2020	2021
Крупного рогатого скота, в том числе коров	463,7 178,5	464,9 183,0	489,8 186,2	514,9 183,4	505,1 176,1
Свиней	1169,3	1340,0	1418,4	1536,7	1835,7
Птицы	13317,9	12119,1	11877,7	11419,1	11732,2

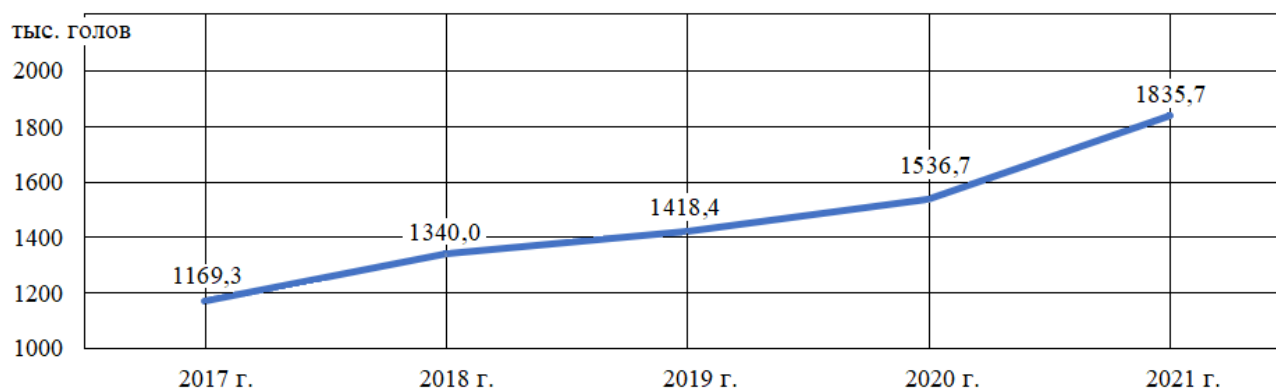


Рис. 1. Рост поголовья свиней в Воронежской области [1]

Животноводческие и птицеводческие комплексы являются непосредственными источниками загрязнения окружающей среды. Не случайно на этой почве возникло в мире движение за отказ от употребления мясной продукции – вегетарианство (vegetarianism).

В настоящее время сельское хозяйство в нашей стране стало экономическим драйвером – в 2021 г. доход от экспорта сельскохозяйственной продукции достиг 7,3 % от общего государственного экспортного дохода и продолжает расти. Национальная сельскохозяйственная политика очевидна – интенсификация сельскохозяйственного производства как в растениеводстве так и в животноводстве, причём в животноводстве в том числе путём увеличения количества животноводческих хозяйств.

Современный комплекс по выращиванию сельскохозяйственных животных и птиц по сути является непрерывным технологическим процессом, в котором центральным звеном является место содержания животных – производителей в итоге мяса, молока и яиц. Все участки производственного процесса являются источниками негативного воздействия на окружающую среду (НВОС).

Имеется обобщающая оценка НВОС в отношении азотсодержащих газов и стоков отдельных производственных участков таких животноводческих и птицеводческих комплексов [2] (рис. 2). Справа на рис. 2 (малый круг) раскрываются потери вне животноводческого помещения биогенных веществ, которые в конечном итоге оказываются в природной среде.

Таким образом в большинстве своём (60 %) негативное воздействие на окружающую среду в животноводческих и птицеводческих хозяйствах происходит вне животноводческих помещений, т.е. в лагунах, площадках просушки перебродивших навоза и помёта либо непосредственно на сельскохозяйственных полях, куда вносится навоз уже в качестве удобрения.

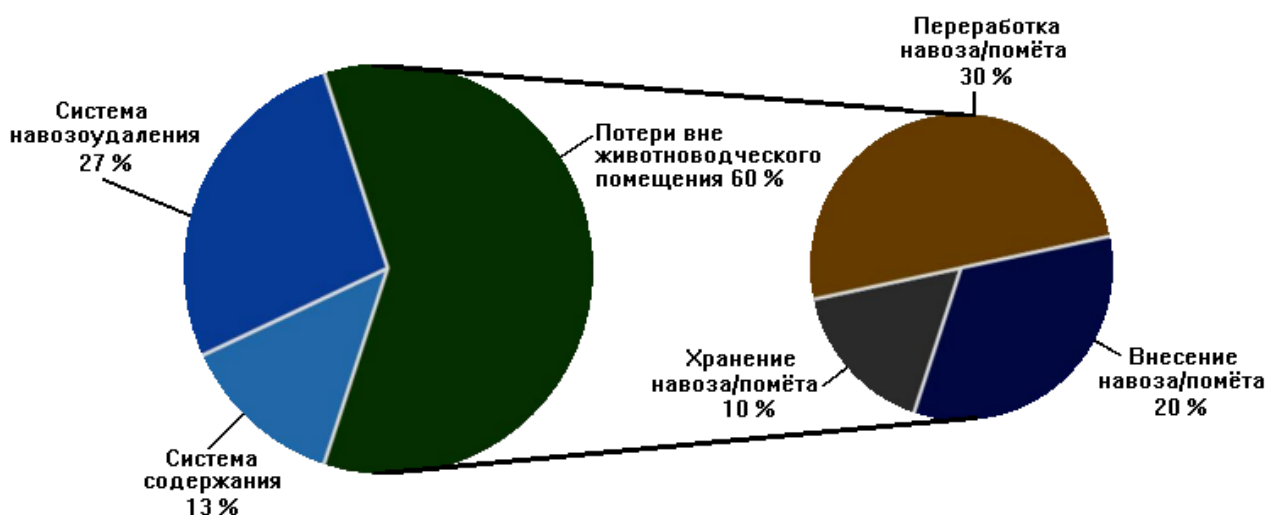


Рис. 2. НВОС животноводческого комплекса [2]

Здесь следует указать, что изначально данные виды отходов согласно Федерального классификационного каталога отходов (ФККО) [3] имеют свойство опасных отходов (табл. 2).

Таблица 2. Образующиеся отходы на выходе помещения содержания животных или птиц (рис. 2)

Код ФККО	Наименование отхода	Класс опасности
1 12 510 01 33 3	Навоз свиной свежий	III
1 12 110 01 33 4	Навоз крупного рогатого скота свежий	IV
1 12 711 01 33 3	Помёт куриный свежий	III

До 1 марта 2023 г. за экологической безопасностью животноводческих либо птицеводческих сельскохозяйственных предприятий для окружающей среды осуществлял федеральный либо региональный экологический контроль (надзор) в зависимости категории объекта. После же 1 марта 2023 г. вступил в силу Федеральный закон [4] дающий право переводить рассматриваемые опасные отходы в «побочный продукт животноводства», который вообще не классифицируется в ФККО. Но ведь технологическая схема выращивания животных и птиц не изменилась и НВОС никуда не исчезло!

По факту с этой ситуацией уже давно столкнулись экологи в повседневной практике, когда сельскохозяйственный холдинг имеет свои поля, занимается растениеводством, имеет свои элеваторы и комбикормовые заводы, животноводческие и птицеводческие фермы (фабрики), выходящий из них навоз перерабатывается и вновь поступает на поля. Это замкнутый цикл. Да, но НВОС животноводческого комплекса осталось! Следует заметить, что в Федеральном законе о побочных продуктах животноводства в число таких продуктов наряду с навозом входит и помёт (ст. 2 [4]).

В случае заявления собственником животноводческого комплекса (птицефабрики) о наличии побочных продуктов сообщается в Россельхознадзор, который теперь должен осуществлять контроль (надзор) за технологией получения животноводческой и птицеводческой продукции. Таким образом рассматриваемые

опасные отходы по факту перестают быть опасными, НВОС юридически предотвращено.

Наметилась тенденция перевода опасных отходов в побочный продукт и в других производствах – подготовлен проект Национального стандарта о переводе твёрдого осадка сточных вод в побочный продукт, стоит в этом же ряду решение вопроса со строительными отходами.

Данная тенденция с точки зрения экологической безопасности является тревожной, особенно для территорий, где антропогенное воздействие является уже чрезмерным – это земли Черноземья. Индикатором такого негативного воздействия является деградация и даже исчезновение малых рек в бассейне Дона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронежская область в цифрах. 2022: Статистический сборник. – Воронеж: Воронежстат, 2022. – 84 с.
2. Васильев Э.В., Брюханов А.Ю., Козлова Н.П. Оценка эффективности наилучших доступных технологий для интенсивного животноводства // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. № 88. – С.131-142.
3. Федеральный закон от 14.07.2022 № 248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты».

УДК 614.8+631.81

Г. В. Талалаева, Д. А. Втюрин
Уральский институт ГПС МЧС России

ФЕРМЕРСТВО В МЕГАПОЛИСАХ: АКТУАЛЬНЫЙ ВЫЗОВ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧЕТВЁРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Аннотация: через призму учения В.И. Вернадского о ноосфере и роли человека в преобразовании геохимических циклов исследован феномен сити-фермерства в структуре урбоэкологии. Показано, что феномен сити-фермерства активно развивается с 2017 г. и нуждается в организации эффективной системы противопожарной профилактики.

Ключевые слова: сити-фермерство, учение Вернадского, геохимические циклы, косное, биокосное, биогенное вещество, пожарная профилактика.

G. V. Talalaeva, D. A. Vtyurin

FARMING IN MEGACITIES: AN ACTUAL CHALLENGE OF MODERN NATURAL SCIENCE IN THE CONTEXT OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

Annotation: through the prism of the teachings of V.I. Vernadsky about the noosphere and the role of man in the transformation of geochemical cycles, the phenomenon of city farming in the structure of urban ecology was studied. It is shown that the phenomenon of city farming has been actively developing since 2017 and needs to organize an effective system of fire prevention.

Key words: city farming, Vernadsky's doctrine, geochemical cycles, inert, bioinert, biogenic matter, fire prevention.

Введение. Естествознание, как совокупность научных представлений о природных объектах, явлениях и процессах сегодня испытывает значительные трансформации. Причиной этому является четвёртая научно-техническая революция [1], которая сопровождается повсеместной и всеобщей цифровизацией, внедрением искусственного интеллекта во многие, в том числе традиционные сферы жизнедеятельности человека, включая производство продуктов питания и обеспечение продовольственной безопасности [2]. Уже почти столетие назад выдающийся естествоиспытатель В. И. Вернадский прогнозировал актуальность аграрного вопроса для прогресса человечества в ближайшем будущем и писал: «Аграрный вопрос в равной мере состоит из трех равноценных частей: 1) распределения удобной для земледельческого использования земли; 2) поднятия ее производительности и 3) превращение не годных для земледелия земельных площадей в площади годные» [3, с. 152], «В общественное сознание должно проникнуть убеждение, что в этой области государство подошло к решению таких вопросов, по отношению к которым у него нет ни накопленного опыта, ни научного знания. Поэтому оно должно быстро и прочно организовать получение этого знания» [3, с. 154]. В условиях глобального экологического кризиса алгоритмы получения этого знания трансформируются, а учение В. И. Вернадского о ноосфере, «всюдности жизни» и роли человеческого фактора в преобразовании литосферы [4] приобретает новое звучание [5]. Если в эпоху индустриальных революций геохимическая преобразующая деятельность человека была сосредоточена преимущественно в горно-металлургической отрасли, то в период информационной революции – в области генной инженерии и цифровых технологий. Новые технологии так позволяют модифицировать геохимические циклы косного, биокосного и биогенного вещества планеты, что для производства продуктов растениеводства становятся пригодными территории мегаполисов, селитебные зоны крупных городов, крыши многоэтажных зданий.

Цель исследования: изучить феномен сити-фермерства как новый структурный урбоэкологии и оценить его риски с позиций пожарной и техносферной безопасности.

Задачи исследования:

- 1) дать определение феномену сити-фермерства;
- 2) оценить динамику интереса исследователей к феномену сити-фермерства;
- 3) спрогнозировать возможные риски техносферной и пожарной безопасности агротехнологий в формате сити-фермерства.

Материалы и методы. Источником информации послужили открытые Интернет-сайты, а также наукометрический анализ публикаций базы РИНЦ, проведенный с глубиной поиска 10 лет с 2013 по 2022 гг. включительно.

Полученные результаты. Согласно данным Википедии, под сити-фермерством понимают практику выращивания, переработки и распределения продуктов питания в городской местности. Помимо растениеводства к сити-фермерству относится животноводство, аквакультура, агролесоводство, городское

пчеловодство. Сайт, посвященный сити-фермерству [6], уточняет, что сити-фермерство принципиально отличается от огородничества и садоводства на приусадебном участке в городском массиве. Для сити-фермерства не требуется наличие пахотной земли, биогенное и биокосное вещество в данном случае заменяется гидропоникой и цифровыми технологиями производства сельскохозяйственной продукции в пространствах квартир, жилых районов, спальных зон городов.

Наукометрический анализ базы РИНЦ за десятилетний период показал, что публикации по поисковому запросу «сити-фермерство» присутствуют в сфере научных интересов российских авторов. При этом публикации на указанную тему начались с 2017 г., и последующие годы увеличивались по нарастающей: 4, 15, 43, 60, 76 и 86, соответственно в 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 гг.

Знакомство с Интернат-сайтами [7-10] и научно-популярными периодическим журналами [11, 12] позволило установить, что по всей планете популярными становятся альтернативные традиционным способы получения сельскохозяйственной продукции. По данным исследовательской компании Grand View Research, мировой рынок сити-ферм оценивался в 2021 году в 4,34 млрд долларов и ожидается что совокупный годовой темп роста этого сегмента будет увеличиваться на 25,5 % с 2022 по 2030 гг. В Европе доля такого земледелия составляет 10—20 % от общего объема. Согласно оценке экспертов, к 2022 г. Россия займет до 10—15 % от мирового рынка органической продукции, что эквивалентно 20—30 млрд долларов. В России наибольшие успехи в сити-фермерстве демонстрируют жители Москвы, Новосибирска, Брянска.

Сити-фермы можно размещать в любом закрытом помещении: на территории старой фабрики, складе, в подвале и даже офисе. Микроклимат внутри теплицы создается и контролируется в зависимости от вида растений удаленно с компьютера; вместо почвы используется орошение корней растений водным раствором химических веществ определенной концентрации. Комбинации удобрений полностью заменяют наличие грунта и почвы, обязательных при традиционном земледелии. Теплицы на крышах — они популярны в крупных мегаполисах: Нью-Йорке, Роттердаме, Гонконге. В России в 2020 году разрешили использовать крыши жилых домов для озеленения. Теоретически там могут появиться и вертикальные фермы.

В то же время в ногу с развитием сити-фермерства появляется большой риск противопожарных мер безопасности, так как данные технологии содержат большое количество электрифицированных компонентов, химических веществ, что приводит к повышенной опасности. Сити-ферма является очень сложным механизмом, который включает в себя множество электромодифицированного оборудования, а также химических веществ. Проблема противопожарной безопасности стоит очень остро. С учетом того, что оборудование связано с чипами, микросхемами, электроникой, естественно, водное пожаротушение использовать нельзя. Порошковое пожаротушение также не желательно из-за риска повреждения видеокарт или ASIC-майнера. С учетом наличия электрооборудования возможные пожары на сити-фермах целесообразно тушить с использованием углекислотных газовых баллонов, либо газа «Хладон». Для выполнения всех условий пожарной безопасности на сити-фермах необходимо также следует предусмотреть: датчики дыма, стабилизаторы напряжения, структурирование кабельных систем, постоянное ТО оборудования, установку предохранителей.

Выводы. Сити-фермерство активно внедряется в структуру прикладной экологии и современного естествознания. В Российской Федерации популярность сити-фермерства непрерывно нарастает с 2017 г. Существующие публикации не в полной мере отражают вопросы пожарной безопасности сити-ферм в мегаполисах.

Заключение. Развитие четвертой промышленной революции с объективной неизбежностью диктует необходимость перехода к новым инновационным формам ведения сельского хозяйства. Необходимо своевременно обеспечить этот процесс мероприятиями пожарной и техносферной безопасности.

Перспективы дальнейших исследований видятся в двух направлениях работ:

1) знакомстве курсантов МЧС России с особенностями профилактики пожаров в зданиях, где расположены сити-фермы;

2) разработке оптимальных форм взаимодействия сотрудников МЧС России с сити-фермерами с целью повышения осведомленности последних в сфере пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шваб К.* Четвертая промышленная революция. – М.: «Эксмо», 2016. – 138 с.
2. *Талалаева Г. В.* Искусственные экосистемы с цифровыми агротехнологиями - новый структурный элемент современного мегаполиса / Г. В. Талалаева, Т. А. Гиматов, С. С. Гиматова // Муниципальные образования регионов России: проблемы исследования, развития и управления : Материалы V всероссийской межведомственной научно-практической конференции с международным участием, Воронеж, 10–12 ноября 2022 года / Под общей редакцией Р.Е. Рогозиной. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2022. – С. 314-317. – EDN BTRSRE.
3. *Вернадский В. И.* Аграрная проблема и научная исследовательская работа // Вернадский В. И. Избранные труды [Сост., автор вступ. ст. и коммент. Г. П. Аксёнов]. — Москва: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2010. - 746 с. - (Библиотека отечественной общественной мысли с древнейших времён до начала XX века). — ISBN 978-5-8243-1270-6. [Электронный ресурс] С. 152-154. URL: https://archive.org/details/vernadsky_izbrannye_trudy/page/662/mode/2up (дата обращения 09.03.2023).
4. *Геворкьян В. Х.* Литологические аспекты учения В. И. Вернадского о биосфере // ГПИМО. 2010. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/litologicheskie-aspekty-ucheniya-v-i-vernadskogo-o-biosfere> (дата обращения: 10.03.2023).
5. *Талалаева Г. В.* Современное прочтение учения Вернадского о ноосфере / Г. В. Талалаева, Ю. Шмидт // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2009. – № 7. – С. 8-9. – EDN LDNUTN.
6. Кто такой сити-фермер и что значит заниматься городским растениеводством? - City Farmer. URL: <https://city-farmer.ru/baza-znaniy/osnovy-rastenievodstva/kto-takoj-siti-fermer-i-chto-znachit-zani/> (дата обращения 09.03.2023).
7. Сити-фермер – профессия будущего. URL: <https://scfh.ru/papers/siti-fermer-professiya-budushchego/> (дата обращения 09.03.2023).
8. Сити-фермер — «Билет в Будущее». URL: <https://bvbinfo.ru/catalog/siti-fermer> (дата обращения 09.03.2023).
9. Нужны ли в России сити-фермы. URL: <https://vc.ru/future/296149-nuzhny-li-v-rossii-siti-fermy> (дата обращения 09.03.2023).

10. Что такое сити-фарминг и как открыть свою сити-ферму. URL: <https://knife.media/urban-farming/> (дата обращения 09.03.2023).
11. Калянина Л., Обухова Е. Кто тут жадный? // Эксперт. 2021. № 21 (1207). С. 13-19.
12. Александров Д., Пирогова Е. Урожая – выше крыши: Как сити-фермеры превращают городские многоэтажки в сады и огороды. // РБК. 2022. № 171. С. 92-95.

УДК 614.8

Г. В. Талалаева, М. Л. Кондратьева, А. А. Гуляев
Уральский институт ГПС МЧС России

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КАТАСТРОФЫ НОВОГО ТИПА: АНТРОПОГЕННЫЕ СУКЦЕССИИ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ВСЛЕДСТВИЕ ТРАНСПОРТНЫХ АВАРИЙ С РАЗЛИВОМ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация: проанализированы инциденты с утечкой триметилхлорсилана и разливом винилхлорида в феврале 2023 г. Составлены схемы их возможных экологических последствий. Предложено учитывать полученные данные при подготовке кадров по направлениям «Экология и природопользование», «Экологическая безопасность природных комплексов».

Ключевые слова: экологические катастрофы, вторичные сукцессии, транспортные аварии, органические соединения.

G. V. Talalaeva, M. L. Kondratieva, A. A. Gulyaev

NEW ENVIRONMENTAL DISASTERS: MAN-MADE SUCCESSIONS DUE TO TRANSPORT ACCIDENTS WITH SPILLS OF SYNTHETIC SUBSTANCES

Abstract: the incidents with trimethylchlorosilane leakage and vinyl chloride spill in February 2023 were analyzed. Schemes of their possible environmental consequences were drawn up. It is proposed to take into account the data obtained in the training of personnel in the areas of "Ecology and nature management", "Ecological safety of natural complexes".

Keywords: ecological disasters, secondary successions, transport accidents, organic compounds.

Введение. Новости последних дней свидетельствуют о том, что транспортные аварии и инциденты с разливом и/или утечкой синтетических веществ стали актуальны для систем безопасности разных стран [1, 2]. Одной из причин этих событий может стать тот факт, что создание новых материалов в настоящее время вошло в приоритетные направления научно-технического развития многих стран мира, включая Российскую Федерацию [3]. Данный процесс осуществляется быстрыми темпами, скорость которых в Российской Федерации в связи с импортозамещением в 1,5–2 раза превышает скорость аналогичных процессов недружественных зарубежных стран [4, 5]. Как и любая инновационная деятельность,

данная ситуация содержит в себе потенциальные риски и угрозы, которые еще недостаточно изучены и формализованы. Поэтому сегодня возникла объективная необходимость углубленного изучения возможных схем развития экологических катастроф, связанных с транспортировкой сырья для производства новых композиционных материалов. Настоящая статья посвящена этой теме на примере сравнительного анализа утечки триметилхлорсилана в Екатеринбурге 26.03.2023 г., вовремя и умело ликвидированной и не приведшей к серьезным экологическим последствиям, и разливу органических соединений из транспортных цистерн в Огайо 03.02.2023 г., расцененного экспертами как «химический Чернобыль».

Цель исследования: описать технологические риски, связанные с транспортировкой синтетических органических веществ, являющихся сырьем для современных композиционных материалов.

Задачи исследования:

- 1) по данным литературы охарактеризовать риски возгораний и отравлений, связанных с производством современных материалов с заданными свойствами;
- 2) охарактеризовать токсичность, взрыво- и пожароопасность веществ, поступивших в окружающую среду во время инцидента в Екатеринбурге 26.02.2023 и во время железнодорожной катастрофы в Огайо 03.02.2023 г.;
- 3) составить возможную схему каскадных событий в биогеоценозе при возникновении транспортных аварий с разливом синтетических органических веществ.

Материалы и методы. В качестве эмпирического материала использованы данные открытых публикаций о событиях, связанных с утечкой химических веществ на железнодорожном транспорте, произошедшие в феврале 2023 г. Для построения возможных сценариев экологических последствий названных событий привлечен материал учебно-методических изданий по вопросам химии горения и взрывов, а также публикации базы РИНЦ за последние десять лет по указанной тематике.

Полученные результаты. Установлено, что вопросы потенциальных рисков производства химических веществ детально представлены в научной и учебной литературе. Наиболее подробно специфика аварий на объектах химической промышленности описана в книге В. Маршалла [6]. В ней на реальных примерах из практики показана высокая токсичность, взрыво- и пожароопасность этих объектов, а также исследованы возможные механизмы возникновения такого опасного феномена, как огневой шар, одного из самых опасных и сложных для тактики тушения пожара событий.

Характеристика триметилхлорсилана, утечка которого произошла в г. Екатеринбурге, подтверждает опасности пожаротушения, описанные в цитируемой книге В. Маршалла. Вещество летучее и легко воспламеняется, дымит на воздухе, вступает во взаимодействие с парами, реакция идет по экзотермическому типу, сопровождается выделением тепла, что создает дополнительный риск самовоспламенения и распространения пожара в форме огневого шара. Вещество имеет формулу $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$, на воздухе гидролизует с образованием хлороводорода. При контакте с кожей и глазами триметилхлорсилан вызывает сильные ожоги, при вдыхании может вызвать отек легких, в т.ч. в течение нескольких часов после контакта с веществом в случае усиления физической активности. Поэтому работа с веществом предусматривает обязательное использование средств индивидуальной защиты, запрет на применение воды как средства пожаротушения, использование песка и/или инертного абсорбента для сбора вещества в случае его утечки и

применение газового и порошкового пожаротушения в случае возгорания. Триметилхлорсилан широко используется в органическом синтезе в качестве защитной группы, т.е. функциональной группы, которая временно вводится в молекулу химического соединения для протекания в ней заданной химической реакции. Триметилхлорсилан является коммерчески доступным соединением [7, 8].

Ознакомление с химическими, физическими, токсическими свойствами триметилхлорсилана и особенностями его пожаротушения позволяет предположить, что возможные экологические последствия разливов триметилхлорсилана, особенно сопровождающиеся его возгоранием, чреваты каскадными событиями, приводящими к возникновению эффектов вторичной антропогенной сукцессии на значительных территориях.

События в штате Огайо подтверждают такую возможность на примере тех химических веществ, которые были задействованы в данном инциденте. Как известно, одним из основных химических агентов данного инцидента стал винилхлорид. Винилхлорид вещество нашедшее широчайшее применение в производстве самых разных отделочных материалов, утеплителей, синтетических волокон, из него получают свыше 3000 видов материалов, используемых для производства белья, фильтровальных тканей и нетканых материалов, негорючих драпировочных тканей, спецодежды, термо- и звукоизоляционных войлоков. Ежегодно на планете производят 35 миллионов тонн винилхлорида, самыми крупными производителями являются США (8 млн тонн), Китай (4,5 млн тонн), Япония (3,2 млн тонн). имеет формулу C_2H_3Cl , его химические свойства определяются наличием двойной связи и атома хлора в составе молекулы. Наличие двойной связи позволяет осуществлять реакцию присоединения хлора посредством фотохимического взаимодействия, а также при нагревании реакционной смеси свыше 250 °C в присутствии небольшого количества кислорода. Вещество относится к 1 классу опасности, очень токсичен, поражает центральную нервную систему, печень, сердце, опорно-двигательную систему; является чрезвычайно огнеопасным, его смеси с воздухом взрывоопасны; при горении выделяет раздражающие, токсичные и коррозионно-активные вещества, среди которых, обнаруживается ядовитый газ удушающего действия — фосген. Отдаленные последствия воздействия винилхлоридом на организм человека чреваты возникновением онкологических заболеваний, включая рак крови. При транспортировке винилхлорида следует соблюдать особые меры предосторожности. Цистерны должны быть оснащены самозапорными клапанами, устройствами контроля давления и искрогасителями, быть заземленными, предварительно тщательно высушены и продуты азотом. Не допускается контакт с медью, другими активными металлами, при контакте с катализатором, разъедает железо и сталь в присутствии влаги, может образовывать взрывчатые пероксиды. При горении винилхлорида образуются хлороводород и угарный газ, поэтому при тушении пожара рекомендуется бороться с огнем из укрытия, если есть такая тактическая возможность. Гашение пламени при горении винилхлорида производят только после остановки подачи газа, используя воду на максимально возможном от очага возгорания расстоянии и создавая плотную туманоподобную завесу для охлаждения горячих поверхностей.

При попадании винилхлорида в атмосферу происходит его фотохимическая деградация с периодом полураспада от 18 часов до 3 дней. При солнечной погоде можно ожидать полное разрушение винилхлорида в атмосфере не раньше, чем за 5 суток. Газ тяжелее воздуха и может перемещаться по поверхности земли; возможно

дистанционное воспламенение. С почвы винилхлорид быстро испаряется, но при этом не исключена его миграция вглубь почвы с последующим распространением за пределы зоны аварии посредством грунтовых вод. В лито- и гидросфере биodeградация винилхлорида до углекислого газа осуществляется с помощью микроорганизмов и носит аэробный характер, т.е. в случае пожара, сопровождающегося гибелью микроорганизмов и снижением уровня кислорода в окружающей среде, процесс биodeградации вещества в биосфере будет замедлен, если не приостановлен полностью, что, в свою очередь, путем каскадных событий может расширить зону вторичной антропогенной сукцессии, вызванной аварийным разливом химического вещества. При сохранности микробиоты в зоне аварии разрушение винилхлорида в почве можно прогнозировать в следующей хронологической последовательности: через 40 суток — на одну треть, практически полностью — через 108 суток, т.е. не ранее, чем в течение почти четыре месяцев. Очевидно, что в течение указанного времени в окружающей среде не только реализуются эффекты вторичной антропогенной сукцессии, но и образуется значительная зона химического загрязнения, которая в последующем в формате цепных событий может привести к целому комплексу заболеваний, объединяемых термином «промышленные элементозы». Данные формы расстройства здоровья относятся к болезням адаптации и могут быть зарегистрированы у жителей населенных пунктов, отдаленных от первоначального места химической катастрофы. Факт состоявшейся катастрофы подтверждают наблюдения в штате Огайо за обитателями биосферы, а именно: нарушение здоровья жителей населенного пункта, гибель птиц и рыб в близлежащих территориях.

Выводы. Проведенное исследование показало, что синтетические органические вещества, широко используемые в современной химии полимеров, являются экологически опасными соединениями, транспортные аварии с которыми чреваты каскадными событиями, приводящими к развитию вторичных антропогенных сукцессий.

Заключение. Успешная ликвидация утечек и разливов проанализированных химических веществ требует у пожарных и спасателей наличия дополнительных знаний в области экологии, а также специальных навыков в области пожаротушения.

Перспективы дальнейших исследований в данной области видятся нам в разработке учебно-методических материалов для утвержденных в 2020–2022 гг. федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по направлению подготовки «Экология и природопользование» (уровень бакалавров и магистров, шифр подготовки соответственно 05.03.06 и 05.04.06), а также среднего профессионального образования по специальности «Экологическая безопасность природных комплексов» (шифр подготовки 20.02.04).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. На ж/д станции в Екатеринбурге произошло ЧП с опасным химикатом. URL: <https://www.e1.ru/text/incidents/2023/02/26/72089483/> (дата обращения 05.03.2023).
2. Крушение поезда в Огайо (2023)/ URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Крушение_поезда_в_Огайо_\(2023\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Крушение_поезда_в_Огайо_(2023)) (дата обращения 05.03.2023).

3. Заседание Совета по науке и образованию. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/70473> (дата обращения 26.02.2023).
4. *Гладунова О.И., Лысенко А.А.* Рынок полимерных композиционных материалов. Тенденции и перспективы. URL: <https://compositeworld.ru/articles/market/id619fcd4144ab3d001939228c> (дата обращения 26.02.2023).
5. *Талалаева Г.В., Бердников А.Е.* Возможность применения композитных материалов с целью обеспечения экологической безопасности в условиях повышенной электромагнитной и радиационной нагрузки // Лучший исследовательский проект 2022: Сборник статей IV Международного научно-исследовательского конкурса. Петрозаводск, – 2022. – С. 9–13.
6. *Маршалл В.* Основные опасности химических производств: Пер. с англ. — М.: Мир, 1989.— 672 с. ISBN 5-03-000990-6. URL: <https://djvu.online/file/gxGBKkupyTz01> (дата обращения 26.02.2023).
7. Триметилхлорсилан. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Триметилхлорсилан> (дата обращения 26.02.2023).
8. ICSC 0301 — Метилтрихлорсилан. URL: https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ru&p_card_id=0301&p_version=2 (дата обращения 26.02.2023).

УДК: 614.842.4

Е. Ю. Удавцова, Е. В. Бобринев, А. А. Кондашов, О. Г. Меретукова, Е. С. Трещин
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ

Аннотация: показано, как с помощью дополнительных показателей можно проиллюстрировать более широкую картину воздействия факторов на анализируемые события.

Ключевые слова: научный подход, безопасность, ДТП, гибель, травматизм.

E. Yu. Udavtsova, E. V. Bobrinev, A. A. Kondashov, O. G. Meretukova, E. S. Treschin

ASSESSMENT OF SAFETY INDICATORS IN ROAD ACCIDENTS

Abstract: it is shown how, with the help of additional indicators, it is possible to illustrate a broader picture of the impact of factors on the analyzed events.

Keywords: scientific approach, safety, traffic accident, death, traumatism.

Полный и всесторонний анализ данных о дорожно-транспортных происшествиях (далее – ДТП) имеет важное значение как основа для выработки

решений в области обеспечения безопасности дорожного движения, в том числе по совершенствованию его организации.

Целевыми индикаторами и показателями Программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах» [1] являются:

- число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях;
- социальный риск (число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях, на 100 тыс. населения);
- транспортный риск (число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях, на 10 тыс. транспортных средств).

В таблице 1 приведены сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения в Российской Федерации с 2015 по 2021 гг. [2].

Снижение по всем абсолютным показателям состояния безопасности дорожного движения, представленным в табл. 1, не всегда свидетельствует об улучшении безопасности дорожного движения по всем параметрам.

Таблица 1. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения в Российской Федерации с 2015 по 2021 гг.

Год	ДТП, ед.	Погибло, чел.	Травмировано, чел.
2015	184000	23114	231197
2016	173694	20308	221140
2017	169432	19088	215374
2018	168099	18214	214853
2019	164358	16981	210877
2020	145073	16152	183040
2021	133331	14874	167856

На рис. 1 приведена динамика абсолютного количества погибших при ДТП людей по рассматриваемым годам наблюдений. Наблюдается ежегодное снижение наблюдаемого показателя. За 6 лет с 2015 по 2021 год количество погибших людей в ДТП снизилось на 36 %.

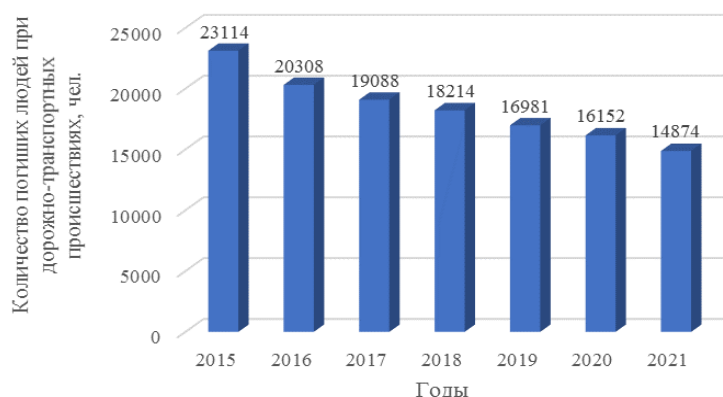


Рис. 1. Динамика среднего количества погибших при ДТП людей в абсолютных значениях

Однако, достаточно провести более углубленный анализ статистических данных, чтобы обратить внимание на другие факторы, влияющие на риски гибели людей в ДТП, не очень заметные в таблице 1.

На рис. 2 приведена динамика среднего количества погибших при ДТП людей в расчете на 1 ДТП.

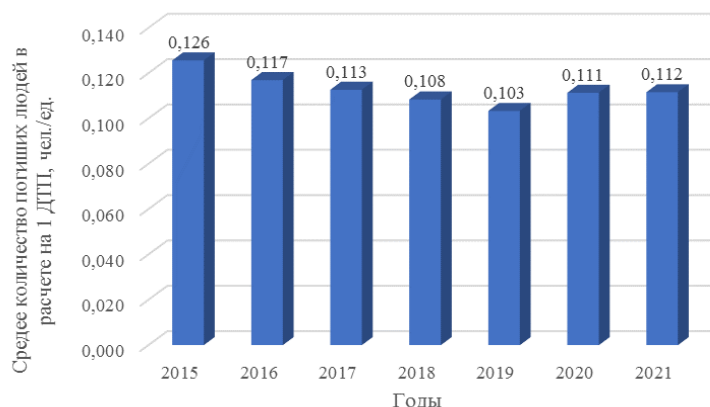


Рис. 2. Динамика среднего количества погибших при ДТП людей в расчете на 1 ДТП

В 2019 году рассматриваемый показатель достиг своего минимума: в среднем в 100 ДТП погибало 10,3 человека. В последующие годы их количество стало увеличиваться. На рис 3 приведен другой показатель – отношение количества погибших при ДТП людей к общему количеству пострадавших (сумме погибших и травмированных). Этот показатель оценки тяжести последствий характеризует риск гибели среди пострадавших при ДТП [3].

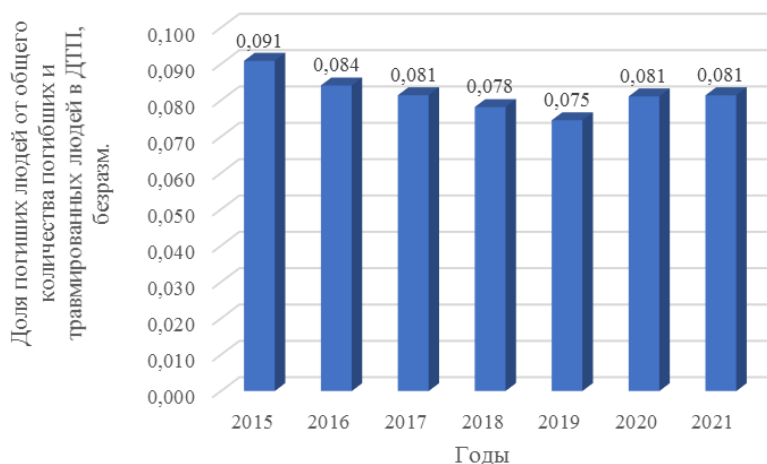


Рис. 3. Динамика отношения количества погибших при ДТП людей к общему количеству пострадавших

Данный показатель также достиг своего минимума в 2019 году: риск гибели у пострадавших при ДТП составил 7,5%. В последующие годы его величина достигла 8,1 %. Подобное увеличение показателя является статистически достоверным – χ^2 -статистика соотношения погибших и травмированных в 2019-2020 гг. равна 63,97, что превышает однопроцентный уровень значимости χ^2 -распределения для 1 степени свободы (6,63).

Таким образом, проблема травматизма и гибели людей при ДТП по-прежнему является актуальной для научных исследований.

Возможно фактором, влияющим на увеличение риска гибели среди пострадавших при ДТП в 2020–2021 гг., является прекращение использования программно-целевого подхода как принципа обеспечения безопасности дорожного движения. В Российской Федерации в 2020 году завершила свое действие федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах», несмотря на то, что статья 3 Федерального закона от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» программно-целевой подход к деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения относит к основным принципам обеспечения безопасности дорожного движения.

Для обеспечения комплексного подхода к решению проблемы обеспечения безопасности дорожного движения назрела необходимость разработки и принятия новой федеральной государственной программы в указанной области [4].

При ее разработке следует принять во внимание опыт реализации ранее действовавших программ, статистику дорожно-транспортной аварийности, результаты отечественных и зарубежных научных исследований в сфере дорожного движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 3 октября 2013 года № 864 «О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах»».
2. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. [Электронный ресурс] // URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 25.11.2022).
3. Сушко А. А. Индикаторы и критерии оценки тяжести последствий дорожно-транспортного происшествия / Материалы Международной научно-практической конференции «Автомобиле- и тракторостроение». Белорусский национальный технический университет (Минск). 2018. С. 71–73.
4. Майоров В. И. Новая федеральная целевая программа повышения безопасности дорожного движения: целесообразность разработки // Юридическая наука и правоохранительная практика. 2021. № 3 (57). С. 69–79.

УДК 614.841.3

А. Г. Фирсов, М. В. Загуменнова, Е. Н. Малёмина, Ю. А. Матюшин
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

СОЗДАНИЕ ДОБРОВОЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ НА ОБЪЕКТАХ ЗАЩИТЫ И ПУТИ ЕЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Аннотация: статья посвящена актуальному вопросу создания и функционирования на объектах защиты подразделений добровольной пожарной дружины. Выявлены проблемы с созданием добровольной пожарной охраны на объектах защиты. Предложены пути дальнейшего совершенствования добровольной пожарной охраны в Российской Федерации.

Ключевые слова: добровольная пожарная охрана, добровольная пожарная дружина, добровольный пожарный, льготы, работодатель, объект защиты, законодательство Российской Федерации.

A. G. Firsov, M. V. Zagumennova, E. N. Malemina, Yu. A. Matyushin

CREATION OF VOLUNTARY FIRE PROTECTION AT PROTECTION FACILITIES AND WAYS TO FURTHER IMPROVE IT

Annotation: the article is devoted to the topical issue of creation and functioning of voluntary fire brigade units at the objects of protection. Problems with the creation of voluntary fire protection at protection facilities were revealed. Ways of further improvement of voluntary fire protection in the Russian Federation are proposed.

Keywords: voluntary fire protection, volunteer fire brigade, volunteer firefighter, benefits, employer, object of protection, legislation of the Russian Federation.

В соответствии с Федеральным законом РФ [1] одним из видов пожарной охраны является добровольная пожарная охрана (далее – ДПО), деятельность которой регламентируется соответствующим федеральным законом РФ [2]. Российское законодательство устанавливает два вида ДПО: добровольная пожарная дружина (далее – ДПД) и добровольная пожарная команда (далее – ДПК). Информация о количестве и численности ДПД в субъектах РФ собирается и анализируется в ФГБУ ВНИИПО МЧС России, начиная с 2017 г. Анализ указанной информации показывает, что количество и соответственно численность ДПД имеет явную тенденцию к снижению. Общее количество ДПД в 2022 г. по сравнению с 2017 г. снизилось более чем на 10 тыс. ед. А количество добровольных пожарных, являющихся членами ДПД, снизилось почти на 150 тыс. чел. Очевидно, что снижение количества ДПД и численности добровольных пожарных связаны с уменьшением числа производственных и сельскохозяйственных предприятий и организаций на территории субъектов РФ. Анализ статистических данных в источниках [3–4] показывает ежегодное снижение количества предприятий и организаций практически по всем основным видам экономической деятельности.

С другой стороны, у предприятий и организаций, особенно не государственного сектора экономики, не всегда есть стремление создавать на объекте защиты ДПД, а у людей особенно молодого поколения отсутствует мотивация вступления в её ряды. С целью привлечения людей в ряды ДПО законодательством РФ предусмотрен ряд серьезных стимулирующих льгот для добровольных пожарных являющихся членами ДПД [2], в число которых входит: страхование жизни добровольного пожарного; установление гарантий правовой и социальной защиты членов семей работников ДПО; освобождение от работы или учёбы без сохранения заработной платы, но с сохранением за ними места работы или учёбы; компенсации за время отсутствия по месту работы или учёбы, на время привлечения в рабочее или учебное время к участию в тушении пожаров или несению службы либо прохождения профессиональной подготовки; компенсации, предусмотренные в рамках гражданско-правового договора на выполнение работ по участию в пожарной профилактике, тушении пожаров и проведения аварийно-спасательных работ; компенсации за исполнение обязанностей добровольного пожарного в свободное от работы или учёбы время; предоставление ежегодно дополнительного отпуска без сохранения заработной платы продолжительностью до десяти календарных дней по месту

работы; возмещение расходов, связанных с оплатой проезда от места жительства, работы или учёбы до места прохождения профессиональной подготовки; предоставление права поступления вне конкурса в пожарно-технические образовательные учреждения.

Решением органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления добровольным пожарным с учётом местной специфики также могут быть предоставлены дополнительные льготы и компенсации. Примеры таких социальных гарантий обстоятельно рассмотрены в методических рекомендациях [5]. Это и оплата услуг мобильной связи, выплата компенсаций на санаторно-курортное лечение, освобождение от уплаты земельного налога, предоставление скидок на закупку дров, обеспечение бесплатного проезда добровольцев в общественном транспорте, бесплатное получение в собственность земельного участка для индивидуального жилищного строительства, устройства детей в дошкольные детские учреждения и т.д.

Перечень принятых льгот для добровольных пожарных на федеральном, региональном и муниципальном уровнях на первый взгляд кажется очень внушительным и вполне исчерпывающим. Однако они не носят системного и целенаправленного характера, и являются половинчатыми (не полными) решениями. Предоставляемые законодательством льготы не дополняют друг друга, а являются лишь перечнем отдельных льгот, заимствованных по аналогии из других законодательных актов. По сути их кажется очень много, а на самом деле эффект от них незначительный.

В период развития СССР у членов ДПД отсутствовал подобный спектр льгот. Льгота, подтвержденная законодательно, была всего одна – это предоставление за хорошую работу, связанную с профилактикой и тушением пожаров, несколько полностью оплаченных дополнительных дней к основному отпуску. Также администрация объекта защиты за хорошие результаты в обеспечении пожарной безопасности могла выписать денежную премию. И при этом от желающих вступить в ряды ДПД было не мало.

Сегодня при создании системы льгот для добровольных пожарных необходимо учитывать не их количество, а ключевые тенденции развития современного общества. Если законом, например, предусмотрен дополнительный отпуск, то он должен быть полностью оплачен работодателем. Также должно быть и с оплатой того времени, когда добровольный пожарный осуществляет свою профессиональную деятельность по тушению пожаров, проведению пожарной профилактики на объекте защиты и даже при его профессиональном обучении. Льготы в своем большинстве должны носить федеральный характер и быть одинаковыми для всех. Опираясь на опыт СССР, например, можно ввести 50 % оплату жилья и коммунальных услуг и городского телефона для добровольных пожарных на всей территории России, ввести бесплатный проезд в общественном транспорте, бесплатное или 50 % обеспечение стоимости санаторно-курортного лечения, предоставление выгодных условий для ипотеки жилья и т.д. Часть ключевых льгот с регионального и муниципального уровня должны перейти на федеральный уровень. Это может быть освобождение от уплаты земельного налога, бесплатное получение в собственность земельного участка для индивидуального жилищного строительства, приоритет при устройстве детей в дошкольные детские учреждения и т.п. В соответствии со статьей 19 федерального закона [1] органы местного самоуправления должны создавать условия для организации ДПО. Исходя из этого и льготы добровольным пожарным,

предоставляемые органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления должны учитывать лишь региональную специфику и местные особенности. Пусть льгот для добровольных пожарных в законодательном плане будет меньше, но они будут более значимыми, полными и весомыми при принятии решения работать в ДПО.

Учитывая, что федеральным законом [2] предусмотрено два вида ДПО – это ДПД и ДПК, то, по всей видимости, структурно набор льгот для добровольных пожарных должен состоять как из льгот общих для всех, так и отдельных льгот для добровольных пожарных являющихся членами ДПД и ДПК с учетом специфики их работы [6].

Рассматривая сегодняшнее состояние дел с ДПД и соответственно со льготами для добровольных пожарных в России невозможно обойти стороной и их работодателей, собственников и руководителей (далее – работодатель) объектов на которых они функционируют. Как уже отмечалось выше у бизнеса, функционирующего в современных капиталистических отношениях, нет особой заинтересованности в создании, дальнейшем развитии и содержании у себя на производстве ДПД, так как это не приносит для них реальной прибыли (труды В.И. Ленина, К. Маркса, Ф. Энгельса). Отсюда закономерный вопрос – как сделать так, чтобы это было выгодно бизнесу.

В соответствии с пунктом 3 статьи 6 федерального закона [2] ДПД, входящие в состав ДПО, являются общественными организациями (общественными учреждениями) поэтому действуют они в законодательных рамках исключительно как общественные организации. Чтобы стимулировать бизнес для формирования у себя на объектах защиты ДПД можно идти двумя путями. Первый путь, проверенный временем, – это административный потенциал. Раз вопрос создания ДПД на объекте защиты четко не оговорен в российском законодательстве на федеральном уровне, то в силу вступает законодательство регионального и муниципального уровня. Соответственно решениями органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления на работодателей где в обязательном, а где в рекомендуемом порядке возлагается ответственность за создание и организацию работы ДПД. Однако административный путь, выбранный на местах, больше ведет к формальному выполнению возложенных на бизнес обязанностей.

Второй путь связан с тем, чтобы собственник добровольно создавал у себя на предприятии ДПД, да еще и развивал ее. Для этого требуется совсем немного – предложить ему в обмен на создание на объекте защиты ДПД различные льготы и преференции, закрепленные российским законодательством. Конечно это в первую очередь финансовая выгода. Это могут быть налоговые вычеты или наоборот зачеты, т. е. снижение так называемого налогового бремени. Предоставление определенных финансовых кредитов на выгодных условиях, использование пониженных тарифов при страховании собственности, снижение арендной платы и т. д. Но в любом случае гарантом этих льгот для бизнеса должно выступать государство.

Не менее важным вопросом является защита имущества от пожара и минимизация возможного ущерба собственными силами и средствами ДПД. И здесь важное значение имеет организация профессиональной подготовки добровольных пожарных. Члены ДПД должны постоянно совершенствовать свое профессиональное мастерство в борьбе с огнем путем отработки нормативов боевого развертывания, изучения пожарной опасности технологических особенностей своего производства. Следить за размещением и техническим состоянием закрепленных за ними

первичных средств пожаротушения и самоспасания, систем пожарной сигнализации и оповещения, состоянием противопожарного режима на объекте и т. д. Вопрос этот серьезный и требует постоянного контроля, как со стороны работодателя, так и самих членов ДПД. При этом должна быть четкая мотивация личной заинтересованности и работодателя и членов ДПД. Ярким примером в этом является известный американский автопромышленник Генри Форд сумевший мотивировать персонал своих предприятий на интенсивную «добровольную» работу сделав рабочих «партнерами» своего бизнеса. В итоге работодатель должен быть «кровенно» заинтересован в сохранности своего имущества путем профессиональной подготовки членов ДПД и оснащения их современными средствами тушения, а члены ДПД в сохранности этого имущества со всеми вытекающими последствиями. При современном развитии общества, взаимоотношения между работодателем и добровольными пожарными, состоящими в ДПД, должны складываться из наличия трех взаимосвязанных между собой компонент: стройной системы конкретных льгот для добровольных пожарных, влияющих на их мотивацию вступления и дальнейшей работы в ДПО; системы преференций и льгот для мотивации работодателя, направленной на создание ДПД с целью сохранения имущества на объекте защиты и получения прибыли; хорошей системой профессиональной подготовки добровольных пожарных и обеспечение современным техническим оснащением ДПД. Катализатором или регулятором отношений между работодателем и добровольными пожарными мог бы выступить независимый Профессиональный союз добровольных пожарных России, который объединил в своих рядах всех членов ДПН и ДПК.

Все эти вопросы должны быть четко отражены в законодательстве Российской Федерации. Для этого необходимо разработать соответствующую нормативную правовую модель увязывающую интересы работодателя и добровольных пожарных при создании на объекте защиты ДПД, а потом на ее основе разработать и внести необходимые изменения в существующие законодательные акты РФ. В первую очередь это касается федеральных законов «О пожарной безопасности» [1] и «О добровольной пожарной охране» [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности : Федеральный закон от 21.12.1994 года № 69-ФЗ / Российская Федерация. Законы. – Доступ из СПС Гарант (дата обращения 19.01.2023). – Текст : электронный.
2. Российская Федерация. Законы. О добровольной пожарной охране : Федеральный закон от 06.05.2011 года № 100-ФЗ / Российская Федерация. Законы. – Доступ из СПС Гарант (дата обращения 19.01.2023). – Текст : электронный.
3. Промышленное производство в России. 2021: Стат.сб./Росстат. – М., 2021. – 305 с. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Prom_proiz-vo_2021.pdf (дата обращения 19.01.2023). – Текст : электронный.
4. Российский статистический ежегодник. 2022: Стат.сб./Росстат. – М., 2022 – 691 с. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegodnik_2022.pdf (дата обращения 19.01.2023). – Текст : электронный.
5. Методические рекомендации по созданию и организации деятельности подразделений добровольной пожарной охраны по обеспечению необходимого уровня пожарной безопасности населенных пунктов (утв. МЧС России 19.05.2020 № 2-4-71-11-12). URL: <https://sudact.ru/law/metodicheskie-rekomendatsii-po-sozdaniuu-i->

organizatsii-deiatelnosti_1/metodicheskie-rekomendatsii/iv/14/?ysclid=ld7nzleebk350943663

6. Российская Федерация. Национальные стандарты. Производственные услуги. Добровольная пожарная охрана. Общие требования : Национальный стандарт ГОСТ Р 58853–2020 / Российская Федерация Национальные стандарты. – Доступ из СПС Гарант (дата обращения: 19.01.2023). – Текст : электронный.

УДК: 628.1.033

А. С. Цветков¹, С. А. Буймова¹, А. Г. Бубнов^{1,2}, С. Д. Буймов³

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

³МБОУ СШ № 28 г. Иваново

ПИТЬЕВАЯ ВОДА ИЗ ВОДОЗАБОРНЫХ КОЛОНОК В Г. ИВАНОВО

Аннотация: статья посвящена оценке качества питьевой воды из водозаборных колонок централизованной системы водоснабжения г. Иваново. Рассмотрены результаты проведенного химического анализа, а также результаты расчётов вероятностей возникновения различных заболеваний от употребления питьевой воды данного качества.

Ключевые слова: вода, безопасность, гидранты, поллютанты, химический анализ, потенциальная опасность.

A. S. Tsvetkov, S. A. Buymova, A. G. Bubnov, S. D. Buimov

DRINKING WATER FROM WATER-INTAKE COLUMNS IN IVANOV

Abstract: the article is devoted to assessing the quality of drinking water from standpipes of the centralized water supply system in Ivanovo. The results of the conducted chemical analysis, as well as the results of calculations of the probabilities of occurrence of various diseases from the use of drinking water of this quality, are considered.

Keywords: water, safety, hydrants, pollutants, chemical analysis, potential hazard.

Химически чистая вода – это идеал, который никогда не достигим в природных условиях, так как в ней постоянно присутствуют различные соединения, элементы, ионы и газы в растворенном виде. Качество воды зависит от географических условий местности и строения водоносных горизонтов. Любой источник питьевого водоснабжения должен быть исследован на показатели качества воды и её пригодность для использования и питья.

На территории г. Иваново в частных секторах жители получают воду из водозаборных колонок, которые находятся в свободном доступе. Вода к потребителю поступает по системам централизованного водоснабжения с очистных станций,

которые ведут первоначальную водоподготовку, улучшая показатели качества до необходимых значений в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21.

Целью работы являлась оценка безопасности питьевой воды из водозаборных колонок централизованного водоснабжения г. Иваново.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- провести анализ информации по водоснабжению населения, представленной на официальном сайте АО «Водоканал» г. Иваново;
- провести сравнительную характеристику химического состава образцов питьевой воды на основе протоколов лабораторных испытаний, представленных на сайте водоканала и департамента жилищно-коммунального хозяйства г. Иваново;
- выполнить расчет оценки потенциальной опасности от употребления питьевой воды из водозаборных колонок г. Иваново.

Обеспечение населения, предприятий и организаций г. Иваново, согласно официальному сайту АО «Водоканал», хозяйственно питьевым водоснабжением осуществляется от трех источников:

- поверхностный с водозабором из р. Уводь;
- подземный с водозаборным сооружением и водопроводными сооружениями;
- подземный локальный [1].

Для поддержания оптимального режима водоснабжения в 2011 году город был разделен на 4 зоны, подача воды в которые осуществляется, учитывая особенности каждой:

- 1) Район города (ул. Минские, Ленинский путь);
- 2) Районы города (Минеево, Пустошь-Бор, Сортировка, Фряньково);
- 3) Центр города, Курьяново, Нежданово, Хуторово, Воробьево, Глинищево;
- 4) Южная часть города.

Вода, поступающая в зоны 1 – 3 проходит очистку на очистной насосной водопроводной станции 1 («ОНВС-1», м. Авдотьино), источник поставки воды в зону 4 – «ОНВС-2», м. Горино [2].

Государственный контроль за работой системы централизованного водоснабжения осуществляет служба Роспотребнадзора, лаборатории которой выполняют контроль качества питьевой воды как на выходе с водопроводных станций, так и в городской распределительной сети. Результаты контроля показывают, что питьевая вода в городе Иваново является безвредной по химическому составу и безопасна в эпидемиологическом отношении [1].

В ходе работы был выполнен анализ 24 проб питьевой воды из водозаборных колонок г. Иваново в IV квартале 2022 г. и в I квартале 2023 г. Количество гидрантов составляет более 130.

Отобранные пробы были проанализированы по 19 показателям: обобщенным (рН, общая жесткость, общая минерализация), наличию катионов (NH_4^+ , Al^{3+} , Mn^{2+} , Cr^{6+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+}), анионов (Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), $P_{\text{общ}}$, общему содержанию соединений металлов ($\text{Fe}_{\text{общ}}$, $\text{Cu}_{\text{общ}}$). Также контролировались и органолептические показатели: вкус/привкус, запах, цветность, мутность.

Проведенный химический анализ показал превышение величины общей минерализации на уровне от 1,78 до 5,74 долей N (рис. 1), соединений $P_{\text{общ}}$ (5 – 140 долей ПДК_{пит}) (рис. 2), соединений Mn^{2+} (1,7 – 22 доли ПДК_{пит}) (рис. 3) и соединений $\text{Fe}_{\text{общ}}$ (1,03 – 10,67 долей ПДК_{пит}) (рис. 4) практически во всех образцах.

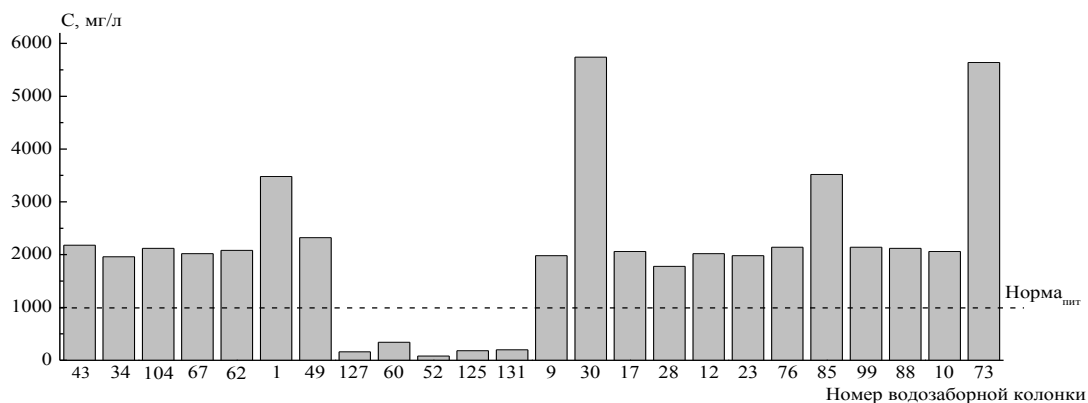


Рис. 1. Величина общей минерализации проб питьевой воды из водозаборных колонок централизованного водоснабжения г. Иваново (I квартал 2023 г.)

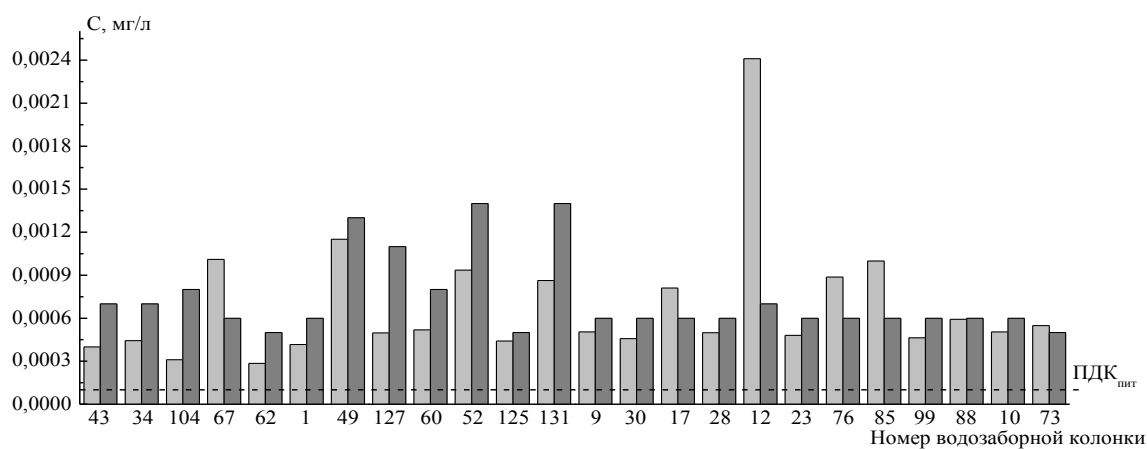


Рис. 2. Содержание соединений $P_{общ}$ в пробах питьевой воды из водозаборных колонок централизованного водоснабжения г. Иваново

■ - IV квартал 2022 г. ■ - I квартал 2023 г.

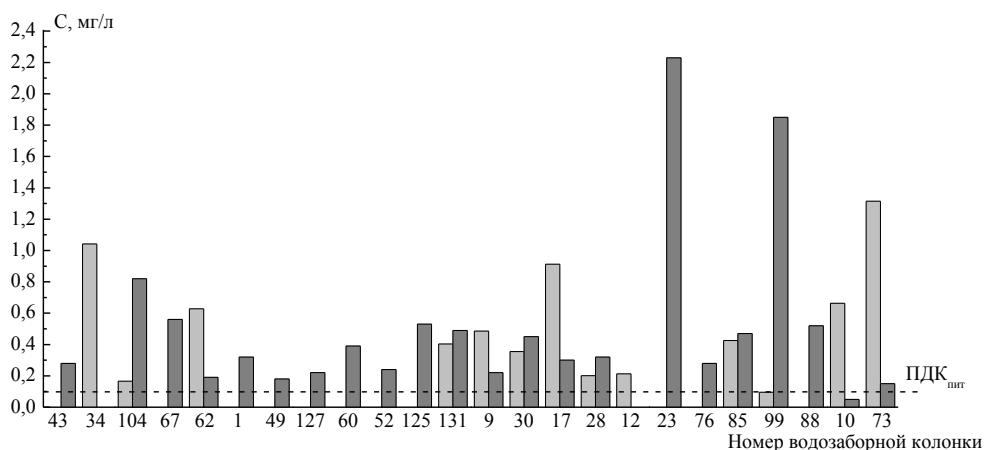


Рис. 3. Содержание соединений Mn^{2+} в пробах питьевой воды из водозаборных колонок централизованного водоснабжения г. Иваново

■ - IV квартал 2022 г. ■ - I квартал 2023 г.

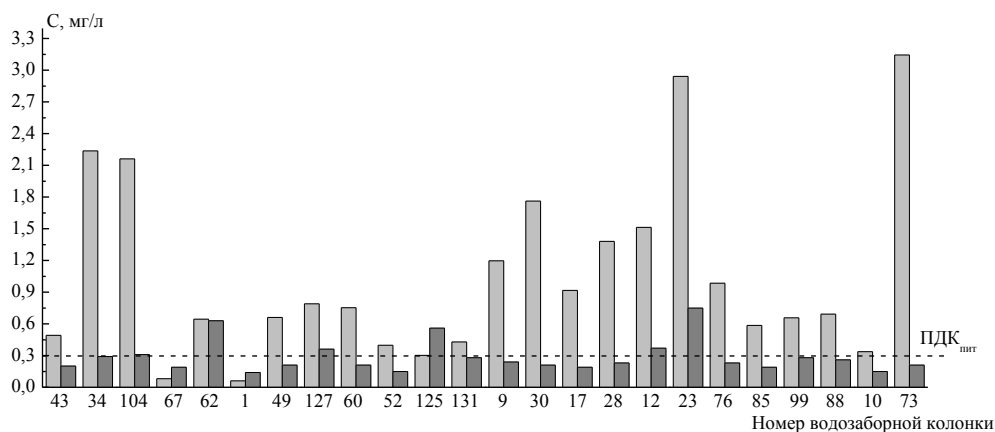


Рис. 4. Содержание соединений $Fe_{общ}$ в пробах питьевой воды из водозаборных колонок централизованного водоснабжения г. Иваново

■ - IV квартал 2022 г.

■ - I квартал 2023 г.

Повышенное содержание вышеперечисленных компонентов может оказать негативное воздействие на здоровье населения при постоянном употреблении воды данного качества [3]. Поэтому рекомендуется дополнительная обработка воды (кипячение, фильтрация и т.п.) перед её употреблением.

Оценочные расчёты качества питьевой воды из водозаборных колонок согласно [4] показали, что вода является благоприятной по органолептическим и физическим свойствам, безвредной по химическому составу, безопасной в эпидемиологическом отношении, несмотря на повышенное содержание отдельных компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Описание системы и структуры холодного водоснабжения городского округа и деление на эксплуатационные зоны // АО «Водоканал» г. Иваново: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://ivanovovodokanal.ru/vodosnabjenie/istochniki-vodosnabzheniya> (дата обращения: 10.02.2023).
2. Описание системы и структуры холодного водоснабжения городского округа и деление на эксплуатационные зоны // АО «Водоканал» г. Иваново: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://ivanovovodokanal.ru/vodosnabjenie/istochniki-vodosnabzheniya> (дата обращения: 24.11.2022).
3. Куценко В. А. Основы токсикологии: научно-методическое издание. – М.: Фолиант (мед), 2004. – 720 с. - ISBN 5-93929-092-2.
4. Метод эколого-гигиенической оценки интегрального качества воды и риска здоровью населения. Рекомендован Минздравом РФ. – Иваново – Санкт-Петербург, 2002.

УДК 502.504

Э. С. Цховребов

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

МЕРЫ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОПАСНЫМИ ОТХОДАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ В ЦЕЛЯХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ И АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аннотация: в работе акцентировано внимание на действиях и мерах хозяйствующих субъектов по экологически безопасному обращению с отходами на предприятии в целях предупреждения чрезвычайных и аварийных ситуаций с негативными последствиями для окружающей среды и жизнедеятельности населения.

Ключевые слова: экологическая безопасность, чрезвычайные ситуации, предупреждение, отходы, аварии, население, жизнедеятельность.

E. S. Tshovrebov

MEASURES FOR THE MANAGEMENT OF HAZARDOUS WASTE AT THE ENTERPRISE IN ORDER TO PREVENT EMERGENCIES

Abstract: the paper focuses on the actions and measures of economic entities for environmentally safe waste management at the enterprise in order to prevent emergencies and emergencies with negative consequences for the environment and the life of the population.

Keywords: environmental safety, emergencies, prevention, waste, accidents, population, vital activity.

Введение

Обращение с опасными отходами представляет собой существенную угрозу для равновесного состояния природной среды, безопасности и благоприятности жизнедеятельности людей.

К факторам, способствующим возникновению чрезвычайных ситуаций (ЧС) с опасными экологическими последствиями в процессе действий с отходами следует отнести: нарушение требований природоохранного и санитарного законодательства, отсутствие, износ, аварийное состояние технологического оборудования, низкий уровень применения малоотходных и безотходных технологий, технических средств защиты окружающей среды, здоровья человека [1-5].

К аварийным ситуациям при сборе, накоплении, хранении отходов следует отнести: возгорания горючих, разлив жидких отходов с поступлением пролива токсичных соединений в водные объекты и на почву, разрушение люминесцентных ламп, попадание паров из токсичных отходов в атмосферный воздух. Все эти экологически опасные факторы и их последствия могут привести при определенных условиях к возникновению техногенных ЧС.

Результаты исследования

В ходе проведенного исследования определено, какие факторы и условия влияют на состояние безопасности в процессе обращения с отходами.

Основой экологически безопасной деятельности служит неукоснительное соблюдение требований законодательства, организационно-распорядительных и нормативно-технических документов.

Предприятие готово к выполнению лицензионных требований при осуществлении деятельности с отходами при реализации мероприятий:

- сформирован и утвержден план мероприятий по снижению количеств образующихся отходов и их опасного влияния на природные объекты;
- выделены специально оборудованные места для селективного сбора и площадки для временного накопления отходов;
- функционирует лаборатория, способная производить физико-химические испытания образующихся отходов;
- в наличии парк специального автотранспорта для транспортирования отходов на обработку, утилизацию, размещение, обезвреживание;
- профессиональная подготовка работников по обращению с опасными отходами;
- разработан Порядок и инструкция по осуществлению производственного контроля, в т.ч. в части требований экологической безопасности.

Предлагаемые меры по предупреждению возможных аварийных ситуаций при обращении с отходами выполняются в установленном внутренними нормативными актами предприятия порядке.

Возможные аварийные ситуации на предприятии подразделены на:

- пролив жидких отходов;
- загорание твердых и жидких отходов при накоплении и временном хранении;
- возгорание паров отработанных нефтепродуктов (ОНП), иных органических и неорганических жидких отходов.

Возможные способы предотвращения аварийных ситуаций:

- соблюдение всех требований безопасности при накоплении, использовании, транспортировке отходов;
- соблюдение правил ликвидации аварийных ситуаций, установленных нормативными документами и инструкциями.

Пылящие производственные отходы удаляются с мест образования системами вытяжной вентиляции и пневмотранспорта, и после очистки пылевоздушных смесей в рукавных фильтрах и циклонах осаждаются в пылеосадочных камерах и бункерах-сборниках, подлежащих регулярному опорожнению. При погрузо-разгрузочных работах пылеобразные отходы увлажняются и в герметичных контейнерах вывозятся на захоронение.

Подвергаемые селективному сбору, обработке, утилизации твердые отходы 4 и 5 класса опасности накапливаются в специальных ёмкостях либо в контейнерах с крышкой, защищенных от атмосферных осадков, размыва и распыления. Отходы (крупногабаритный мусор), подлежащие накоплению в штабелях (резинотехнических изделий, изоляционных изделий, иных производственных), укладываются в штабель с учётом высоты, меньшей, чем необходимо для самопроизвольного развала штабеля.

Транспортирование отходов осуществляется специализированным транспортом, применение которого исключает проливы, разливы, просыпание

отходом при соблюдении правил их эксплуатации. Транспортные средства, перевозящие ТКО, проходят регулярную санитарно-гигиеническую обработку.

Аварийными в ходе накопления пожароопасных горючих отходов могут являться ситуации возгорания при воздействии внешних и внутренних факторов (температура, ветер, искра, химические реакции, человеческий фактор и ряд других). К таким видам отходов относятся: полимеры, нефтепродукты, некоторые группы солей, щелочей, кислот, древесно-растительные, древесно-, бумажно-полимерные, ткань, макулатура.

Для предотвращения возгорания всех видов отходов, которые накапливаются и временно хранятся на территории предприятия, места хранения пожароопасных отходов оборудованы огнетушителями, иными средствами противопожарной защиты – пожарными рукавами, ящиками с песком, баграми, ведрами и т.п. В случае возгорания тушение всех перечисленных отходов рекомендуется пеной (автопокрышек - только пеной).

Содержащие синтетические масла (ветошь, опилки, стружка, фильтры, непосредственно масла) отходы способны оказывать отрицательное влияние на атмосферный воздух, водные объекты, почвы - аналогично отработанным нефтепродуктам. Накопление замасленных отходов осуществляется в емкостях из негорючих материалов (металлы) с закрывающимися крышками, к которым приклеены негорючие прокладки в целях предотвращения образованию искр.

Правила экологической безопасности обращения с отработанными нефтепродуктами (ОНП) основываются на следующих положениях. Хранение ОНП проводится в резервуарах (не содержащих повреждений и целостности корпуса, протечек, трещин) на специально оборудованной площадке (асфальтобетонное покрытие, исключаяющее возможную фильтрацию вод, загрязненных нефтепродуктами), заполнение емкости происходит с учетом возможного теплового расширения наливаемых ОНП, при возможном разливе ОНП место загрязнения засыпается древесными опилками или строительным песком, которые затем удаляются, а место разлива промывается водой с добавлением моющих средств.

Рассмотренные выше основные противоаварийные мероприятия в систематизированном виде отражены в таблице.

Таблица. Противоаварийные мероприятия при обращении с отходами

Тип отхода	Опасные свойства	Противо-аварийные мероприятия	Меры по ликвидации аварий
Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки	Токсичность	Хранение в заводской упаковке в металлическом ящике	Ликвидация аварийной ситуации: 1. Обработка поверхности: а) 20% водным раствором хлорного железа; б) водным раствором перманганата калия подкисленного соляной кислотой 2. Сбор стеклобоя с применением специнвентаря с последующей сдачей на пункт демеркуризации.

Тип отхода	Опасные свойства	Противо-аварийные мероприятия	Меры по ликвидации аварий
Масла автомобильные отработанные	Пожароопасность	Предупреждение переполнения емкости, металлический поддон	Разлив ликвидируется засыпкой песком затем собирается в металлический контейнер и по мере его накопления утилизируется или обезвреживается.
Обтирочный материал, загрязненный маслами	Пожароопасность	Хранение в закрытых ящиках в удалении от источников огня	Применение средств пожаротушения.
Промасленные фильтры	Пожароопасность		

Выше рассмотрены лишь основные меры и действия по некоторым группам и видам образующихся на предприятиях опасных отходов. Такие меры могут способствовать предупреждению аварийных состояний, которые потенциально могут перерасти при определенных условиях в чрезвычайные ситуации техногенного характера.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Настоящее исследование вскрыло лишь отдельные аспекты, касающиеся противоаварийных требований при обращении с отходами на предприятии. В рамках дальнейших исследований планируется создание системы требований в области комплексной безопасности в процессе оборота этих опасных техносферных объектов, обеспечивающей предупреждение техносферных ЧС и их опасных экологических последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цховребов Э.С. Эколого-экономические аспекты планирования размещения и проектирования промышленных объектов по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 11 (122). С. 1326-1340.
2. Агаев Т.Б., Гаев Ф.Ф., Рахманов М.Л., Шканов С.И., Цховребов Э.С., Величко Е.Г., Майорова О.В. Актуальные вопросы управления и экономики в сфере организации раздельного сбора и обработки твердых коммунальных отходов // Вестник РАЕН. 2019. Т. 19. № 1. С. 35-43.
3. Цховребов Э.С. Формирование региональных стратегий управления обращением с вторичными ресурсами // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 4 (127). С. 450-463.
4. Кожуховский И.С., Величко Е.Г., Цыльковский Ю.К., Цховребов Э.С. Организационно-экономические и правовые аспекты создания и развития производственно-технических комплексов по переработке золошлаковых отходов в строительную и иную продукцию // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 6 (129). С. 756-773.
5. Tshovrebov E., Velichko E., Shevchenko A. Methodological approaches to a substantiation resurso - and energetically effective economic model of object of placing of a

waste // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport EMMFT 2017. Conference proceedings. Advances in Intelligent Systems and Computing. Cham, 2018. Pp. 1296-1305.

УДК 502.504

Э. С. Цховребов

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

**НОВОЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ
«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
С ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ»**

Аннотация: представлено обоснование развития актуального направления деятельности МЧС России в области обеспечения экологической безопасности - состояния защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их экологически опасных последствий.

Ключевые слова: экологическая безопасность, чрезвычайные ситуации, предупреждение, прогнозирование, междисциплинарное направление.

E. S. Tshovrebov

**NEW INTERDISCIPLINARY DIRECTION «ENVIRONMENTAL SAFETY
AND PREVENTION OF EMERGENCIES WITH ENVIRONMENTAL
CONSEQUENCES»**

Abstract: the substantiation of the development of the current direction of the EMERCOM of Russia in the field of environmental safety is presented - the state of protection of the natural environment and vital human interests from natural and man-made emergencies, their environmentally hazardous consequences.

Keywords: environmental safety, emergencies, prevention, forecasting, interdisciplinary direction.

Введение

Право граждан на благоприятную для жизнедеятельности окружающую среду закреплено в Конституции Российской Федерации, законодательстве об охране природных ресурсов и окружающей среды. Состояние защищенности людей и природной среды от экологических угроз, чрезвычайных ситуаций (ЧС), их последствий охарактеризовано в правовом поле посредством установленного понятия «экологическая безопасность» [1-4].

Под защищенностью понимается приобретение объектом свойства, повышающего его живучесть путем проведения заблаговременных управленческих,

организационно-технических мероприятий в части защиты объекта, а также населения, природы и территорий.

Экологическая безопасность определена в Стратегии национальной безопасности России одним из первостепенных приоритетов защиты национальных интересов страны. Вместе с этим в Стратегии установлено: повышение эффективности мер предупреждения, ликвидации ЧС служит важной политической задачей, обеспечивающей безопасности России.

В соответствии со Стратегией экологической безопасности России, разработка эффективных схем, развитие технологий и средств предотвращения природных и техногенных ЧС определены в качестве важнейшей меры противодействия угрозам экологической безопасности планетарного, глобального характера. Стратегические приоритеты в этой актуальной сфере в числе иных включают задачи ликвидации накопленного экологического вреда, реабилитация и рекультивации территорий, пострадавших от ЧС и аварий.

В национальном законодательстве в настоящее время не установлены термины: «чрезвычайная экологическая ситуация» или «экологическая ЧС». В качестве наиболее общепринятого в литературных источниках определения этого понятия, чрезвычайная экологическая ситуация (ЧЭС) представлена как опасное отклонение от естественного состояния окружающей среды, возникшее в результате стихийного бедствия и/или деятельности людей, образующее угрозу жизни, здоровью граждан, объектам экономики, экосистемам ресурсам на ограниченной территории и приводящее к негативным последствиям социально-экономического плана.

Таким образом, актуальность темы исследования предопределена недостаточной проработанностью правового регулирования вопросов экологической безопасности и мер ответственности за непринятие мер по её всестороннему обеспечению. С другой стороны значимость проблем экологической безопасности предопределена стратегическими целями и задачами курса нашей страны в области достижения устойчивого развития, защиты жизни и здоровья граждан, улучшения состояния природной среды, сохранения национального запаса природных ресурсов. Анализ информационных источников по поднятой теме выявил отсутствие единообразных подходов к установлению терминологии в рассматриваемой предметной области. В соответствии с изложенным, целью исследования послужило формирование конфигурации междисциплинарного направления «экологическая безопасность и предупреждение ЧС экологического характера».

Результаты исследования

По мнению автора, экологическая ЧС может быть охарактеризована как обстановка, сложившаяся на конкретной территории либо акватории в результате образования источника ЧС, который повлечет или может повлечь за собой уничтожение экологических систем, сокращение продолжительности жизни, ухудшение здоровья населения.

Экологические ЧС, вызванными экологически опасными факторами и угрозами, сопряжены и могут являться результатом практически всех сторон жизнедеятельности человека, его действий в социуме по отношению к природным богатствам, ресурсам, продукции, окружающей среде в целом.

К числу основных дестабилизирующих факторов, которые в результате своего проявления при определенных условиях могут стать ЧС экологического плана следует отнести:

- увеличение объемов изъятия природных ресурсов в условиях их сокращения и неприятия энерго - и ресурсосберегающих мероприятий;
- рост населения при уменьшении пригодных для обитания территорий суши;
- деградация компонентов природной среды и обусловленное этим потеря устойчивости, сбалансированности, снижение способности природы к самовосстановлению, самоочищению возможности существования цивилизации;
- изменение климата, истощение озонового защитного слоя планеты;
- процессы околоземном космическом пространстве, включая астероидно-кометную опасность;
- сокращение биологического разнообразия.

Предотвращение загрязнения путем создания экологически безопасного производства, при котором экологически и санитарно-гигиенически безопасные технологии применяются на протяжении всего процесса жизнедеятельности, начиная от изъятия и эксплуатации ресурсов, и заканчивая трансформацией отходов обратно в полезные ресурсы и сырьё, при безотходном или малоотходном использовании материалов, предотвращении загрязнения и сокращения тем самым угроз и рисков для людей и окружающей среды. Безопасное жизнеобеспечение, энерго-, ресурсосберегающий технологический уклад определяют современный основополагающий подход к предотвращению, уменьшению риска техногенных ЧС экологического плана. Базовым механизмом развития процессов экологически безопасного производства и потребления служит многократное использование вторичных ресурсов без попадания их в виде опасных отходов, сбросов, выбросов в природную среду.

Неотъемлемым компонентом механизма предупреждения ЧС природного и техногенного характера служит прогнозирование ЧС экологического плана и их последствий или экологическое прогнозирование.

В настоящее время не разработан в полной мере понятийный аппарат в сфере прогнозирования ЧЭС, экологического мониторинга и прогнозирования неблагоприятных ситуаций, возможных последствий, так и механизм регулирования общественных правоотношений в означенной предметной области. Всё это служит немаловажным фактором и условием образования непредсказуемых, неконтролируемых процессов формирования и развития экологической опасности, угроз и рисков, способствует предпосылкам возникновения аварий на объектах жизнеобеспечения, ЧС.

В условиях отсутствия установленных законодательством означенного понятия, в общем познавательном плане, *экологическое прогнозирование* можно охарактеризовать как процесс исследования возможных путей развития природных, природно-технических систем или их компонентов в будущем, обусловленный как естественными процессами, так и воздействием на них деятельности человека, с комплексным применением разнообразных методик, технологий, информационных систем, технических средств.

Принимая во внимание, что прогноз по своему содержанию представляет собой вероятностное суждение о состоянии чего-либо или о проявлении какого-то события в будущем, в научно-исследовательском плане экологическое прогнозирование следует характеризовать научное исследование конкретных перспектив изменений окружающей среды на какой-либо территории во времени в результате развития естественных процессов, а также воздействия деятельности человека на природу.

И, если прогноз служит видом познания, в рамках которого проводят исследования не фактического состояния, а возможного в будущем, в перспективе, то экологический прогноз выражает научно обоснованное предсказание различных природных явлений, техногенных процессов, изменений возможного поведения природных, природно-технических систем, с учетом воздействия на них жизнедеятельности людей в локальном, региональном, государственном и глобальном масштабах.

Экологическое прогнозирование выступает научно-аналитической и информационной базой для обоснования видов деятельности на конкретных территориях и акваториях. В целях достижения состояния экологической безопасности данные экологического прогноза обязаны учитываться на всех стадиях прогнозирования и планирования инвестиционного процесса при разработке, обсуждении, экспертизе, утверждении, актуализации:

- территориальных (межрегиональных, региональных, межмуниципальных, муниципальных) и отраслевых (по отраслям и секторам экономики) схем;
- целевых программ устойчивого социально-экономического, экологического промышленно-технологического развития на перспективу;
- бизнес-планов, предпроектной и проектной документации, оценки воздействия на окружающую среду;
- нормативно-технической документации – проектов нормативов предельно допустимых выбросов, сбросов, нормативов образования, размещения отходов;
- энерго-, ресурсосберегающих, природозащитных мер;
- мониторинга опасных процессов.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Разработка теоретических основ создания систем экологической безопасности техносферных территорий представляется новым научным направлением исследований в области решения проблем устойчивого развития населенных пунктов и территорий, является значимой научно-технической задачей на современном этапе социально-экономического развития России.

Развитие междисциплинарного направления «экологическая безопасность и предупреждение чрезвычайных ситуаций экологического характера» послужит научно-методической основой для решения этих актуальных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цховребов Э.С., Лебин А.Н., Белоусов В.Г. Новейшая история развития природоохранной деятельности в России // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2012. Т. 18. № 2. С. 192–196.
2. Цховребов Э.С. Эколого-экономические аспекты планирования размещения и проектирования промышленных объектов по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 11 (122). С. 1326-1340.
3. Цховребов Э.С. Правовые аспекты обеспечения экологической безопасности // ЭКОС. 2006. № 3. С. 13-19.
4. Цховребов Э.С. Обеспечение экологической безопасности при проектировании объектов недвижимости и проведении строительных работ / Э.С. Цховребов, Е.А. Яйли, М.П. Церенова. СПб: РГГМУ, 2013. 358 с.

УДК: 614.8

Ш. Р. Юлтыев

Академия гражданской защиты МЧС России

ТЕХНОГЕННОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ВЗРЫВООПАСНОГО ГАЗА, КАК ИСТОЧНИК ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

Аннотация: в настоящей статье поднимается актуальный вопрос обеспечения техносферной безопасности окружающей среды, экосистемы в целом от биогаза, обладающего высокой миграционной способностью. В качестве объекта исследования выбран полигон бытовых отходов. Проведен анализ климатических и почвенных особенностей территории дислокации полигона, розы ветров. Установлено, наиболее характерное направление распространения загрязняющих веществ, влияние грунта на ореол образования техногенной аномалии и т.д.

Ключевые слова: полигон, биогаз, источник загрязнения, техногенное месторождение, взрывоопасный газ.

Sh.R. Yultiev

MAN-MADE DEPOSIT OF EXPLOSIVE GAS AS A SOURCE OF EMERGENCY

Abstract: this article raises the topical issue of ensuring the technospheric safety of the environment, the ecosystem as a whole from biogas, which has a high migration ability. A landfill for household waste was chosen as the object of study. The analysis of climatic and soil features of the territory of the polygon dislocation, wind rose was carried out. It has been established that the most characteristic direction of the spread of pollutants, the influence of the soil on the halo of the formation of a technogenic anomaly, etc.

Keywords: landfill, biogas, source of pollution, man-made deposit, explosive gas.

Введение. Залежи бытового мусора на специальных полигонах (несанкционированных свалках) представляют сложную, однородную, многофазную гетерогенную систему, называемую техногенным свалочным грунтом, состоящую из нескольких сред [1, 2]:

- твердой (пластик, металлы, бытовые приборы и т.д.);
- жидкой (продукты распада, осадки, фильтрат);
- газообразной (продукты биохимического и химического пиролиза органоминеральной массы).

В ходе жизненного цикла полигона в каждой из сред протекают процессы биохимического разложения органики, образуя биогаз и фильтрат, оказывающие негативное влияние на неживые элементы экосистемы (литосфера, гидросфера, атмосфера) [3]. С течением времени, токсичные вещества поступают в растения, микроорганизмы, животные, птиц, рыб, людей, а поскольку газ брожения является взрывоопасным, то в случае пожара или взрыва обеспечивается дополнительная эмиссия канцерогенных и токсичных веществ в атмосферу.

Биогаз способен перемещаться на значительные расстояния чему способствует градиент давления и молекулярная диффузия, усадка слоев отходов, трещины,

разрывы, пористость свалочного грунта, влагосодержание, состав отходов и конструкция полигона. Выделяют два типа миграции взрывоопасного газа [4, 5]:

- горизонтальная (возникает в том случае, когда основание полигона слабопроницаемо и не уплотнено);
- вертикальная (свойственно для хорошо уплотненного основания полигона и высокопроницаемом покрытии).

Определить максимальное расстояние перемещения биогаза можно при помощи формулы (1):

$$D = 10 \cdot H \quad (1)$$

H – глубина отходов, м.

В целях снижения негативного воздействия от переноса газа брожения, необходимо проанализировать максимальные расчетные параметры и в дальнейшем предусмотреть комплекс превентивных мероприятий (канавы наполненные водой, водонасыщение грунтов, использование снега и т.д.).

Исследование. Отметим, что современные полигоны бытовых отходов, несанкционированные свалки представляют собой техногенные месторождения взрывоопасного, токсичного биогаза, которые негативным образом влияют на состояние окружающей среды, представляют угрозу для всего живого, а значит актуальность темы не вызывает сомнения [6, 7]. Поэтому в рамках исследования определим особенности распространения загрязняющих веществ действующего полигона, что будет являться предметом анализа. В качестве объекта исследования был выбран полигон твердых коммунальных отходов в Новоусманском районе Воронежской области, что обусловлено относительно недавним его открытием (рис. 1).

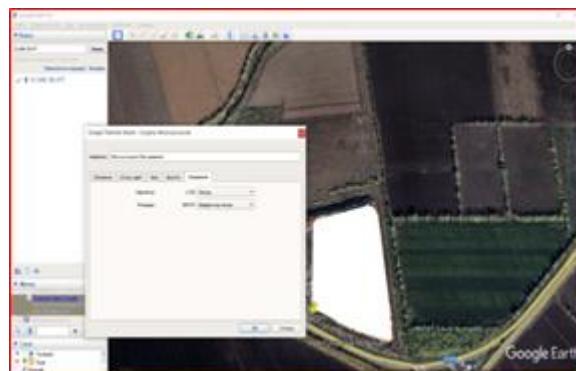


Рис. 1. Новоусманский полигон

Площадь объекта негативного воздействия составляет – 100672 м², расположен на территории характеризующейся умеренно-континентальным климатом (жаркое и сухое лето, умеренно холодной зимой, с ярко выраженными сезонными переходами).

Средняя температура января -10,5°C на севере, -8,5°C - на юге, июля - соответственно +19,6°C и +21,8°C. Среднегодовое количество осадков 550–560 мм на северо-западе и 435–525 мм - на юго-востоке. Абсолютные минимумы температур воздуха могут достигать минус 36–40°C, максимумы плюс 38–40°C [8, 9].

Устойчивый снежный покров в области обычно устанавливается не ранее декабря и лежит 122 дня, в Богучаре - 103 дня. Высота его в конце зимы в лесостепной полосе составляет 30–40 см, в степной полосе – 10–15 см. В целом повсеместно годовая сумма осадков значительно ниже величины испарения (рис. 2).

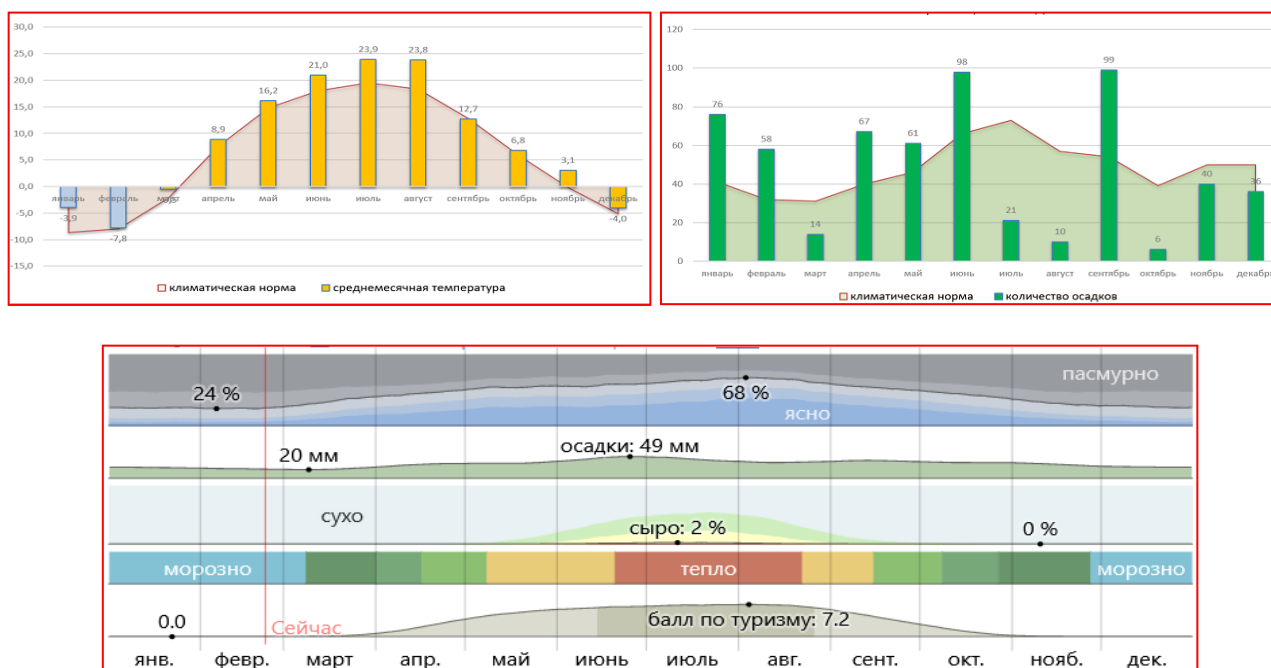


Рис. 2. Климатические особенности [10]

Наибольшая скорость ветра в области наблюдается в зимнее время (январь, февраль), а наименьшая - летом (июнь, июль, август) (рис. 3).

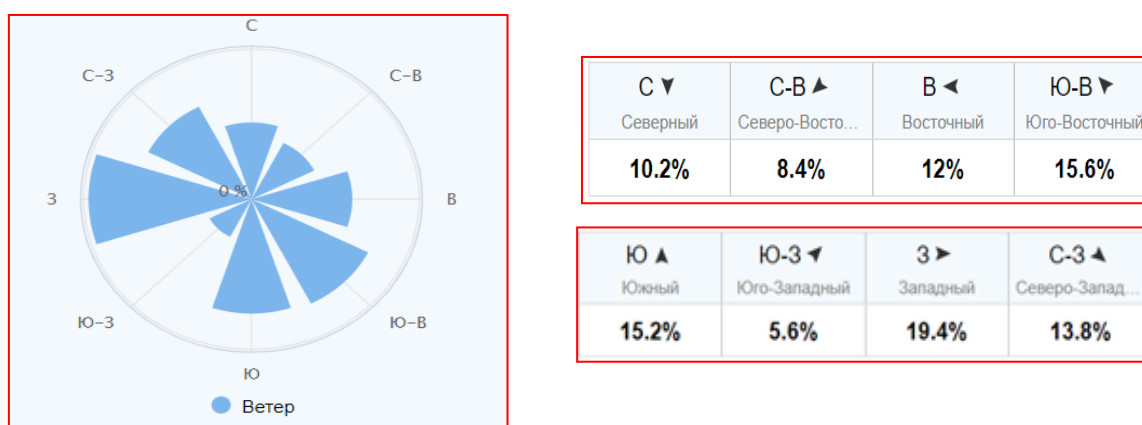


Рис. 3. Особенности воздушных потоков на территории полигона

Что касается распределения направлений ветра по сезонам года, то осень и зима характеризуются преобладанием южных, юго-западных и западных ветров. Весной обычны ветры, дующие с юга, юго-востока и востока. Летом преобладают северо-западные, западные и юго-западные ветры. Южная часть области подвержена засухам.

Рассматривая почву объекта негативного воздействия, то она представляет собой выщелоченные черноземы, характеризующиеся пониженным залеганием карбонатного горизонта и высокой емкостью поглощения. Содержание гумуса в верхнем слое не превышает 6–10 %, гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами, поэтому реакция среды близка к нейтральной (рис. 4).

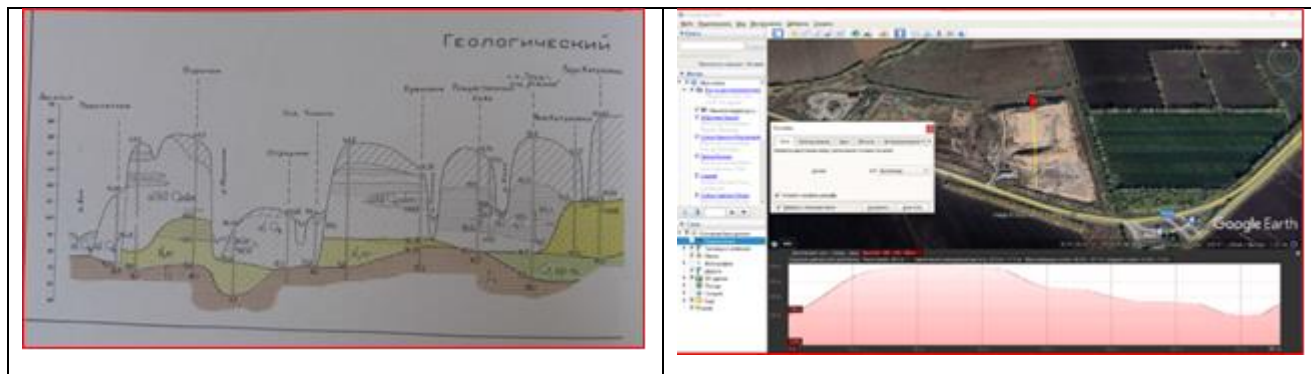


Рис. 4. Рельеф полигона

На рисунке 4 представлен разрез рельефа полигона, что позволяет определить параметры:

- минимальная высота местности – 139 м;
- максимальная высота местности – 156 м;
- полигон расположен: на суглинке (74 м), все что выше – пески.

Выводы и заключения. Учитывая вышесказанное, автором определены основные выводы и заключения:

- 1) полигон с течением времени подвергается эрозионным процессам, одновременно являясь ореолом рассеивания твердых компонентов свалочного грунта и источником загрязнения окружающей среды;
- 2) с учетом особенностей грунта на рассматриваемом полигоне, формирование газового компонента осуществляется в момент образования свалочных масс;
- 3) свалочные газы обладают высокой миграционной способностью, содержат в своем составе около 50 примесей (аммиак, метан, угарный газ и т.д.), являются техногенным месторождением взрывоопасного газа;
- 4) биогаз в своем составе содержит метан, являющийся одной из причин изменения климата;
- 5) вещества, содержащиеся в газе брожения, являются токсичными, взрывоопасными;
- 6) рассеивание загрязняющих веществ будет распространяться в западном и южном направлениях;
- 7) наименьший уровень загрязнения характерен для юго-восточного направления;
- 8) в процессе завершения трансформации бытовых отходов, на территории полигона останется техногенный грунт, который и будет являться ядром зоны техногенной аномалии, содержащей загрязнители окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подлипский И.И. Эколого-геологические условия как комплексная характеристика современных геологических объектов сложенных техногенными грунтами // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах, 2021. – № 4. – С. 121-124.
2. Кулачкова С.А., Лебедь-Шарлевич Я.И., Можарова Н.В., Николаева А.М. Роль городских почв в регулировании эмиссии парниковых газов в атмосферу// Городские исследования и практики, 2018. – Т. 3. – № 3 (12). – С. 48-68.
3. Королев Д.С., Калач А.В. Система контроля концентрации продуктов пиролиза и тления // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения. В сборнике: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2022. – С. 216-219.
4. Юлтыев Ш.Р. Неконтролируемое горение как фактор антропогенного загрязнения // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2022. – С. 106-111.
5. Орлова Т.А. Использование несанкционированных свалок // Твердые бытовые отходы, 2008. – № 1 (19). – С. 20-23.
6. Solomin I.A. Blocked not authorized dumps of city of Moscow// Industrial and Civil Engineering, 2009. – № 2. – С. 51-52.
7. Кирейчиков И.В., Унжаков В.В., Маслов Д.И. Органика на полигоне: вредное воздействие и как его избежать// Твердые бытовые отходы, 2021. – № 7 (181). – С. 22-27.
8. Архив прогноз погоды [Электронный ресурс] – URL: <https://www.ventusky.com/ru>
9. Гидрометцентр России [Электронный ресурс] – URL: <https://meteoinfo.ru/forecasts5000/russia/voronezh-area>.

РАЗДЕЛ 3

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

УДК 372.854

Т. Г. Волкова¹, И. О. Таланова²

¹Ивановский государственный университет

²Ивановская государственная медицинская академия

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ЕГЭ ПО ХИМИИ

Аннотация: в статье актуализированы вопросы развития функциональной грамотности обучающихся на уроках химии. Особое внимание уделено ее влиянию на правильное прочтение и понимание заданий, входящих в контрольно-измерительные материалы ЕГЭ по химии. Показано, что не сформированная на должном уровне читательская, естественнонаучная и математическая грамотность приводят к досадным ошибкам при выполнении заданий на экзамене.

Ключевые слова: функциональная грамотность, естественнонаучная грамотность, задания по химии.

T. G. Volkova, I. O. Talanova

THE INFLUENCE OF FUNCTIONAL LITERACY OF SCHOOLCHILDREN ON THE RESULTS OF THE USE TASKS IN CHEMISTRY

Abstract: the article actualizes the issues of the development of functional literacy of students in chemistry lessons. Special attention is paid to its influence on the correct reading and understanding of tasks included in the control and measuring materials of the Unified State Exam in chemistry. It is shown that reading, natural science and mathematical literacy, which is not formed at the proper level, lead to annoying mistakes when performing tasks on the exam.

Keywords: functional literacy, natural science literacy, chemistry assignments.

О функциональной грамотности в российском образовании стали говорить в связи с участием в исследовании PISA [2]. В настоящее время функциональная грамотность присутствует как один из обязательных элементов воФГОС основного общего образования. Там она понимается как способность решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности [7].

Функционально грамотным на сегодняшний день считается человек, которому навыки письма и чтения позволяют участвовать во всех занятиях, требующих в обществе грамотности. По определению ЮНЕСКО «функционально грамотным считается тот, кто может участвовать во всех тех видах деятельности, где грамотность

необходима для эффективного функционирования его группы и общества и которые дают ему также возможность продолжать пользоваться чтением, письмом и счётом для своего собственного развития и для развития общества» [1].

Основные компоненты функциональной грамотности подразделяются на интегративные (читательская грамотность) и предметные (языковая и математическая грамотности). Исследования показывают, что обучающиеся не умеют анализировать, перерабатывать и использовать информацию [5]. Также авторы [5] считают: западающим звеном являются такие читательские умения, как понимать смысловую структуру текста, устанавливать скрытые связи между утверждениями, формулировать выводы на основе обобщения отдельных частей текста, обнаруживать противоречия, содержащиеся в одном тексте, т. е. как раз те умения, которые необходимы при выполнении заданий Единого государственного экзамена по химии.

Например, самое первое задание (рис.1), входящее в контрольно-измерительные материалы (КИМ) и относящееся к базовому уровню, вызвало затруднения даже у хорошо подготовленных выпускников [8]. Участники ЕГЭ продемонстрировали низкий уровень умения определять строение атомов и на его основе устанавливать конфигурацию внешнего энергетического уровня.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:				
1) Fe	2) Ca	3) N	4) Se	5) Ba
Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.				

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковую электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

1	2
---	---

Рис. 1. Пример задания № 1 ЕГЭ по химии (2022)

Эксперты отмечают [4], что для многих экзаменуемых привлекательным явился ответ 25, т. е. они выбрали элементы одной группы (IIA) Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. В данном случае их подвела читательская грамотность, т. к. они не обратили внимание на различие понятий «одинаковая» и «сходная» конфигурация. Но если записать конфигурацию внешнего энергетического уровня атомов, то ответ будет очевиден: Fe $4s^2$, Ca $4s^2$, Ba $6s^2$.

Задание №4 КИМ ЕГЭ (базового уровня сложности) проверяет умения определять типы химической связи в сложных соединениях и строение молекул (рис.2). Успешность выполнения данного задания тоже связана с уровнем функциональной грамотности. Экзаменуемые должны показать сформированность метапредметных результатов освоения предмета «Химия» и продемонстрировать следующие умения:

- использовать при освоении знаний приемы логического мышления (выделять характерные признаки понятий);
- устанавливать их взаимосвязь;
- рассматривать проблему всесторонне, задавая параметры и критерии достижения результата.

Из предложенного перечня выберите два вещества с ковалентной неполярной химической связью, которые имеют не молекулярную кристаллическую решетку.

- 1) пероксид водорода
- 2) азот
- 3) кремний
- 4) пероксид натрия
- 5) оксид кремния

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

3	4
---	---

Рис. 2. Задание № 4 КИМ ЕГЭ (2022)

Как видно из формулировки задания (рис. 2), в нем представлены 2 критерия поиска ответа. С одной стороны, нужно выбрать вещества с ковалентной неполярной химической связью, с другой, они должны иметь немолекулярную кристаллическую решетку. Каким образом можно решать подобные задания? На наш взгляд, первоначально можно исключить вещества молекулярного строения – пероксид водорода, азот. В оставшихся трех соединениях анализируем виды присутствующих химических связей: кремний – ковалентная неполярная, пероксид натрия – ионные и ковалентная неполярная, оксид кремния – ковалентная полярная. Таким образом, приходим к выводу, что ответ в данном задании – 34.

По результатам исследования уровня сформированной читательской грамотности [4] Федеральным институтом педагогических измерений были сделаны выводы о наличии серьезных проблем у выпускников при прочтении и понимании текстов условий заданий, а также выделены направления по формированию элементов функциональной грамотности на уроках химии:

1) формирование умений поиска информации и понимания текста. Для этого предлагается выполнять такие задания, как чтение текста с пропущенными знаками или символами, выделение ключевых слов в предложении и абзаце, использование справочной литературы для пояснения непонятных слов, терминов или определений и т. д.;

2) формирование умений критического анализа и оценки информации текста. Для этого предлагается использовать на уроках задания, позволяющие оценивать правильность суждений на основании текста с применением собственных знаний (например, информация верная или нет, известная или новая и т. д.), а также выявлять противоречивую информацию, содержащуюся в разных источниках по одному вопросу и т.д.;

3) формирование умений преобразования и интерпретации информации текста. Для этого предлагается давать задания, благодаря которым обучающийся научится «переводить» информацию с научного стиля на более простой для понимания, составлять таблицы, схемы, обобщенного плана или алгоритма действия на основе прочитанного текста и т. д.

Для совершенствования навыков функциональной грамотности хорошо подходит технология «Способ диалектического обучения» (СДО), предлагаемая в работе [5]. Автором разработан современный дидактический инструмент, позволяющий развивать у обучающихся логическое мышление, а на его основе

формировать и развивать читательскую грамотность при работе с материалами текста.

В литературе также отмечают, что отличительной особенностью заданий на формирование функциональной грамотности является описание ситуации и наличия вопросов, которые предполагают анализ данной ситуации и решение обсуждаемых в ней проблем. Решение заданий всегда предполагает умения и навыки использования знания как инструмента деятельности в практической ситуации деятельности [3, 6].

В заключении можно отметить, что систематическая работа по развитию функциональной грамотности позволит не только улучшить результаты выполнения заданий ЕГЭ, но и даст возможность быстро и эффективно использовать полученные знания и компетенции в повседневной жизни, легко адаптироваться к постоянным изменениям в современном мире, осваивать новые функции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Functional literacy [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://uis.unesco.org/node/3079515>.
2. OECD (2019), PISA 2018 Results (Volume I): What students know and can do, PISA, OECD Publishing, Paris [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
3. Артеменко О.В. Разработка задач на формирование функциональной грамотности на уроках химии // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 87-5. – С. 17-19.
4. Добротин Д.Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2022 года // Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений» – 2022. – 35 с.
5. Ковель М.И. формирование функциональной грамотности у обучаемых на уроках химии // международный научный журнал «Символ науки». – 2021. - № 1. – С. 128-132.
6. Нуритдинова Р.А. Формирование функциональной грамотности на уроках химии // Интеграция методической (научно-методической) работы и системы повышения квалификации кадров : материалы XXIII Межд. научно-практ. конф. / Межд. академия наук пед. образования; Челяб. институт перепод. и пов. квал. работ. образ. ; отв. ред. Д. Ф. Ильясов. – Челябинск : ЧИППКРО, 2022. – С. 338–344.,
7. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027?index=30&rangeSize=1>
8. Статистико-аналитический отчет о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования в 2022 году в Ивановской области / Вилесова О.Б., Грушанская Т.В., Борисов А.И., Федорова С.С. – Иваново: Областное государственное бюджетное учреждение «Ивановский региональный центр оценки качества образования», 2022. – 435 с.

УДК 371.3

А. В. Волосач

Филиал ИППК УГЗ МЧС Республики Беларусь

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ НЕСТАНДАРТНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ РАССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРОВ

Аннотация: изложен опыт внедрения в образовательный процесс новых методов обучения, для формирования навыков самостоятельно решать сложные профессиональные задачи.

Ключевые слова: образовательный процесс, технология обучения, деловая игра, расследование пожара.

A. V. Volosach

TO THE QUESTION OF THE APPLICATION OF NEW NON-STANDARD METHODS OF TRAINING IN THE FIELD OF FIRE INVESTIGATION

Abstract: the experience of introducing new teaching methods into the educational process is described, for the formation of skills to independently solve complex professional problems.

Keywords: educational process, learning technology, business game, fire investigation.

Актуальность темы заключается в том, что при расследовании причин возникновения пожаров очень важно обнаружить и оценить любой элемент, всякое вещественное доказательство, которое поможет найти очаг, а вслед за тем причину пожаров.

Реконструкция допожарной обстановки сопряжена с существенными трудностями по причине изменений, внесенных в нее за счет горения, потери механической прочности конструкций, воздействия струй воды или других огнетушащих веществ, вскрытия конструкций и перемещения предметов спасателями и другими лицами, проводящими работы по спасению людей и ликвидации пожара [2].

Осмотр места происшествия это одно из основных следственных действий [3], в том числе по делам о пожарах: так как первые данные оказывающие влияние на расследование любого пожара о виновных лицах и причине пожара можно получить как раз в результате его проведения. Осмотр места пожара отличается большей трудоемкостью, опасными условиями работы, связан с расчисткой и разборкой остатков конструкций, со скрупулезным просмотром пожарного мусора, с загазованностью места осмотра раздражающими и токсичными веществами.

Как показывает практика, при осмотре места пожара серьезные затруднения вызывает определение причины пожара и обстоятельств его возникновения. Кроме этого, работниками органов дознания и следствия, при проведении осмотра неполно выясняются все обстоятельства пожара [4].

Целью работы стал поиск более эффективных технологий организации образовательного процесса, с указанной категорией обучающихся, а также

повышение его качества и результативности, создание и внедрение инновационных технологий обучения.

Не всегда традиционные формы обучения, такие как практическое занятие, семинар, содействуют достижению поставленной цели. Практико-ориентированный подход является одной из первостепенных задач в современной системе образования. Совершенствование материально–технической базы специализированных учреждений становится одним из приоритетных направлений развития учреждений образования.

Поэтому возникла необходимость в применении новых нестандартных методов обучения, помогающих сформировать у обучаемых навыки самостоятельно решать сложные профессиональные задачи. В качестве формы нестандартного активного занятия была выбрана тема учебного занятия «Осмотр места пожара» с элементами деловой игры.

Занятия с элементами деловой игры рекомендуется проводить в три этапа:

- 1) подготовка игры;
- 2) проведение деловой игры;
- 3) подведение итогов работы и выставление оценок.

Подготовка – первый этап деловой игры, в ходе которого создаются все условия для ее успешного развития и завершения. На этом этапе преподаватели проводят большую организационную работу. Прежде всего, подготовка к игре должна быть заблаговременной. На данной стадии преподавателями подготовлены учебные площадки по расследованию пожаров в жилых зданиях и строениях. Площадки были приняты исходя из преобладающей статистики количества пожаров происходящих в Республике Беларусь (рис. 1) [1].



Рис. 1. Сведения по местам возникновения пожаров в среднем за последние 5 лет

Для создания реальной обстановки, которая присуща для пожара в таких помещениях были предварительно подготовлены рабочие места, путем создания на них нескольких модельных очагов пожара, для последующего выявления обучаемыми при проведении осмотра места пожара. Моделирование очагов осуществлялось с учетом статистических сведений о причинах пожаров в Республике Беларусь за последние 5 лет (рис. 2) [1].



Рис. 2. Сведения по причинам возникновения пожаров в среднем за последние 5 лет

Первая площадка представляет собой одноэтажный панельный жилой дом с кухней и двумя комнатами. Перекрытие выполнено из деревянных балок. Покрытие кровли из металлочерепицы. Общий вид площадки с модельными очагами пожара представлен на рис. 3.

Вторая площадка представляет собой жилую квартиру в многоквартирном жилом доме с двумя комнатами. Общий вид площадки с модельными очагами пожара представлен на рис. 4.

Второй этап игры полностью отведен работе на месте пожара. Работа проводится на ранее описанных площадках.



Рис. 3 Смоделированные на площадке № 1 очаги пожара



Рис. 4. Смоделированные на площадке № 2 очаги пожара

Отрабатываемые вопросы:

- отработка взаимодействия членов следственно-оперативной группы при поступлении заявлений, сообщений о пожарах;
- организация и порядок осмотра места пожара;
- подготовительная стадия осмотра места пожара;
- статический и динамический осмотр;
- установление очага пожара и обнаружение вещественных доказательств для исследования;
- заключительная стадия осмотра места пожара;
- фиксация хода и результатов осмотра;
- составление протокола осмотра места пожара.

Алгоритм проведения:

Все слушатели разбиваются на две малые группы по числу учебных площадок. На каждой площадке из числа слушателей создается следственная оперативная группа. В каждой малой учебной группе назначаются «следователь», «участковый милиционер», «эксперт-криминалист», остальные слушатели выступают в качестве свидетелей. На занятие в каждую подгруппу приглашается инспектор надзора и профилактики районного отдела по чрезвычайным ситуациям.

Слушатели приступают к проведению проверки по пожару с составлением всех процессуальных документов и принятием процессуальных решений.

Третий этап – заключительный. После проведенной деловой игры оценку работы слушателям в целом дают преподаватели. В оценивании работы отдельных слушателей преподаватель вправе указать как положительные, так и отрицательные стороны работы.

Выводы. Применение не стандартных методов в обучении взрослых обеспечивает формирование и развитие профессиональной компетентности специалиста. Полагаем, что предложенная форма обучения будет способствовать повышению качества расследования дел данной категории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информация о чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://mchs.gov.by/operativnaya-informatsiya/sutochnye-svodki-mchs/v-rb>. – Дата доступа: 15.02.2023.
2. Чешко И.Д. Анализ экспертных версий возникновения пожара : в 2-х книгах / И.Д. Чешко, В.Г. Плотников. – СПб: филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2010. – Книга 1. – 708 с.
3. Лебедев Н. Ю. Некоторые проблемные аспекты проведения осмотра места происшествия // В сборнике: Правовые проблемы укрепления российской государственности / Под редакцией С. А. Елисеева, М. К. Свиридова, Р. Л. Ахмедшина. Томск, 2016. С. 216–217.
4. Расследование пожаров. Практикум : пособие / А.В. Волосач [и др.] – Минск: УГЗ МЧС Беларуси, 2020. – 195 с.

УДК 377.031

О. Е. Дорохова, Е. А. Русских, О. В. Хонгорова

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ МЧС РОССИИ

Аннотация: в статье рассмотрены актуальность и основные подходы к формированию критического мышления у обучающихся образовательных организаций МЧС России, выявлены характеристики критического мышления, которые необходимо учитывать в процессе обучения в вузе.

Ключевые слова: критическое мышление, подходы к формированию критического мышления, высшее образование.

O. E. Dorokhova, E. A. Russkikh, O. V. Khongorova

TO THE QUESTION OF THE FORMATION OF CRITICAL THINKING IN STUDENTS OF EDUCATIONAL ORGANIZATIONS OF EMERCOM OF RUSSIA

Abstract: the article discusses the relevance and main approaches to the formation of critical thinking among students of educational organizations of the Ministry of Emergency Situations of Russia, identifies the characteristics of critical thinking that must be taken into account in the process of studying at a university.

Keywords: critical thinking, approaches to the formation of critical thinking, higher education.

Одной из приоритетных задач системы высшего образования МЧС России является подготовка специалистов, способных критически мыслить, быть ориентированными на результат и компетентность. Современному поколению необходимо получить такие знания, умения, навыки, которые помогут сформировать и применять в жизни и профессии обобщенные, перспективные, мыслительные компетенции, называемые сейчас *soft skills* («мягкие» навыки). К ним относятся и критическое мышление [7].

Будущая профессиональная деятельность курсантов образовательных организаций МЧС России будет связана с умениями и навыками, позволяющими вырабатывать стратегию действий в повседневных и чрезвычайных ситуациях, производить комплексную оценку положения дел в целом, быстро реагировать на непредвиденные обстоятельства, находить рациональное соотношение сил и средств, прогнозировать результат, и, что не менее важно, осуществлять рефлекссию своей деятельности, а также анализировать и оценивать действия своих подчиненных. Данный аспект отражен в универсальной компетенции (УК - 1) ФГОС 20.05.01 Пожарная безопасность: «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий» [1].

Таким образом, специфика будущей профессии требует от сотрудников МЧС высокого уровня развития критического мышления, так как от их решения в

чрезвычайной ситуации зависят не только их собственная жизнь, но и жизнь людей, оказавшихся в сложных условиях.

Кроме того, современная политическая ситуация в мире вынуждает обладать способностью критического мышления. Человек на сегодняшний день нуждается в сохранении ясности мышления, его точности и тщательности [4]. Как отмечают В.А. Попков и А.В. Коржуев, принципиальной системообразующей идеей критического стиля мышления выступает сопротивление любому насильственному влиянию, попыткам манипулировать человеческим сознанием и стремление к самостоятельности [5].

Анализу понятия критического мышления и его характеристикам посвящены работы ряда отечественных и зарубежных философов, педагогов и психологов: П.П. Блонского, А.В. Брушлинского, В.А. Попкова, О.К. Тихомирова, А.Н. Шумана, Д.М. Шакировой, Д. Дьюи, М. Липмана, М. Пилипюка, Д. Халперн, М. Векслера и др.

Критическое мышление в научной литературе рассматривается с позиций историко-философской мысли, логики, комплексного, системного, структурного и интегративного подходов, как психологический и психолого-педагогический феномены, как самостоятельная учебная дисциплина, как психический процесс.

Шакирова Д.М. определяет понятия, с которыми в первую очередь связано критическое мышление, как психолого-педагогическая категория. К ним относятся: рефлексия, самокритика, аргументация, самооценка, отрицание, факты, доказательства, оценочные суждения, критика, информация, опровержение, коррекция, критичность, доводы, оценка, самокоррекция [7].

Критическое мышление – это развитие мышления высокого уровня, мышление на уровне анализа, синтеза, оценки [6].

Навыки мышления поддаются обучению и развитию в любом возрасте, но чем раньше, тем эффективнее результат [7].

Не вызывает сомнений, что обучение в вузе должно не просто давать знания или навыки, но и способствовать активному развитию критического мышления.

В процессе обучения в высших учебных заведениях в соответствии с преподаваемой дисциплиной критическое мышление требует работы с проблемными, нерешенными вопросами, а также с разработкой объектов, которые еще не определены, и контролем процессов, результат которых невозможно полностью предвидеть. Обучающиеся должны научиться осуществлять сбор данных, точно их интерпретировать, взвешенно подходить к источникам информации, разрабатывать хорошо обоснованные планы действий, проводить анализ при решении проблемы и рефлексии.

Критическое мышление, выстраиваясь на обобщенных схемах, представляет собой четкую последовательность определенных действий. Для этого при осмыслении каких-либо практических ситуаций должны быть построены верные алгоритмы и сделаны правильные выводы [8]. Значит критическое мышление тесно связано с логическими операциями и алгоритмическим мышлением, низкий уровень которых проявляется в отсутствии знаний у обучающихся основных правил логического перехода от общих посылок к заключениям при доказательстве теорем или решении задач.

Критическое мышление обладает рядом характеристик, которые необходимо учитывать в процессе обучения в вузе:

- критическое мышление должно быть самостоятельным и осознанным, т.е. включать в себя приобретение знаний, умений и навыков сбора и оценки

информации, аргументации, принятия решений и рефлексии. Критическое мышление – это мышление, основанное на действиях, которые являются рациональными, понятными, поддающихся анализу, способствующих исправлению возможных ошибок и адаптации к определенным условиям;

- в критическом мышлении должен присутствовать скептицизм к полученным результатам. Любая деятельность требует самокритики и может быть успешной только в случае постоянной проверки собственных требований к знаниям. Новое знание всегда должно развиваться в противостоянии с существующим знанием, что требует постоянной критической самокоррекции. Скептицизм в критическом мышлении означает еще и присутствие элемента сомнения. В данном контексте, скептицизм не означает, что обучающийся должен ни чему не верить. Критическое мышление в этом случае дает инструменты для использования скептицизма и сомнений, чтобы осуществить анализ увиденного и услышанного. Это поможет ему принимать более обоснованные решения о том, что может быть правдой, а также определять, когда разумно доверять и где полезно быть скептиком;

- критическое мышление – саморефлексивное мышление, т.е. мышление, позволяющее проанализировать свои возможности и свои ошибки. Реалистичная самооценка обучающегося может быть сформирована за счет сравнения полученных им результатов с заданным эталоном;

- критическое мышление строится на четкой аргументации, выводах, доказательствах и обоснованиях;

- критическое мышление носит социальный характер, т.е. является не только индивидуальным процессом, но и несет в себе социальный контекст, в котором формы мышления, а также отношения и ценности могут трактоваться совместно в процессе диалога, беседы, диспута или дискурса. Критическое мышление предполагает рассмотрение рассуждений других людей. Это требует навыка понимания их аргументов, детального анализа и оценки высказываний. Преподаватель и обучающийся должны быть открыты к взаимодействию, обсуждению и возможности аргументировано отстаивать свою точку зрения.

Специалисты пожарной и техносферной безопасности должны уметь мыслить аналитически и системно. Эти понятия являются компонентами критического мышления. При этом обучение только когнитивным стратегиям мышления (например, смотреть на вещи более чем с одной стороны, проверять все аргументы, прежде чем судить, подвергать сомнению свою уверенность и т.д.) должно быть частью учебного занятия, но этот процесс будет гораздо эффективнее, если использовать еще и такие характеристики критического мышления как новаторство и креативность. Причем мышление может выйти за пределы поверхностного применения стандартных схем к пониманию глубинной структуры проблемы, соответственно, оно должно формироваться как профессионально-интегрированная компетенция, где фундаментальные предметные знания являются базой для исследовательской и рефлексивно-оценочной деятельности [7].

Внимание к деталям для будущих инженеров пожарной и техносферной безопасности так же важно, как и прочно сформированные специальные знания, четкий порядок мыслей, разграничение и определение приоритетов в конкретной проблемной ситуации, логичный (систематический) подход с использованием соответствующих методов и инструментов.

Рассмотрим некоторые подходы к организации процесса обучения, способствующего формированию критического мышления.

Обучение в вузе всегда должно носить частично-поисковый характер. В дополнение к традиционному обучению необходимо использовать и другие дидактические и методические подходы, позволяющие развивать критическое мышление. Сюда входят, например, практические мероприятия проектного характера, создание интеллект-карт или опорных конспектов, научно-исследовательская деятельность обучающихся. Так же способствует формированию критического мышления развивающее и проблемно-ориентированное обучение, идеи которого в нашей стране получили свое развитие в середине XX века и используются по настоящее время в качестве альтернативы традиционному обучению. Основу концепций этих методов составляют анализ, логика, системность, рефлексия и критическое мышление. Для развивающего и проблемно-ориентированного обучения характерно, что знания и способы деятельности не преподносятся в готовом виде, не предлагаются правила или инструкции, следуя которым обучающийся мог бы гарантированно выполнить задание [2]. Зачастую различные познавательные достижения, такие как решение сложной задачи, формулировка проблемы, создание математической модели, интерпретация информации и т.д., осуществляются в совместной работе, и только в конце появляется групповой продукт.

В США широкое распространение получил метод внимательного чтения и письма, который предполагает совместное чтение и интерпретацию текстов. Очевидно, что эта задача у многих обучающихся вызывает затруднения, так как мысли, которые должны быть сформулированы в процессе работы над текстом должны быть изложены и объяснены в полном объеме.

Формирование УК-1 в основных образовательных программах вузов МЧС в большей степени обеспечивается общенаучными дисциплинами. И даже в этих областях должно быть предусмотрено пространство для самостоятельного исследования, совместного развития знаний и целенаправленной поддержки со стороны профессорско-преподавательского состава.

Необходимо заметить, что согласно исследованиям процесса обучения в вузах, существует прямая зависимость развития критического мышления у обучающихся от уровня сформированности критического мышления у педагога [7]. Тем самым, актуальной является проблема совершенствования деятельности профессорско-преподавательского состава в этой области.

Таким образом, преподавание в вузах МЧС России должно быть направлено на развитие критического мышления, начиная с момента обучения. Процесс должен носить целенаправленный характер и быть хорошо подготовленным педагогом для его эффективной реализации. Соответствующие педагогические методы и технологии должны быть ориентированы на открытия, предоставление пространства для самостоятельного исследования, рефлексии и саморефлексии обучающихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25.05.2020 № 679 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность" (с изменениями и дополнениями) URL: <https://base.garant.ru/74341262/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 06.03.2023).

2. Загвязинский В.И. Теория обучения: современная интерпретация: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. 192 с.
3. Ивунина Е.Е. О различных подходах к понятию «критическое мышление» // Молодой ученый. 2009. № 11. С. 170-174.
4. Мороченкова И.А. Формирование критического мышления студентов в образовательном процессе вуза : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 : Оренбург, 2004. 181 с.
5. Попков В.А., Коржуев А.В. Дидактика высшей школы: учебное пособие для студ. высш. пед. учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. 136 с.
6. Суханова Н.В. Формирование критического мышления студентов при обучении математике в вузе // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2012. № 9. С. 155-164.
7. Шакирова Д.М. Критическое мышление / Д. М. Шакирова. – Казань: ГАОУ ДПО ИРО РТ, 2019. Вып. 3. 146 с. (Серия «Методология. Технологии. Инновации»).
8. Шуман А.Н. Современная логика: теория и практика Мн.: Экономпресс, 2004. 416 с.

УДК 378.12

А. В. Киричек, Н. А. Ходикова

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ПРЕПОДАВАНИЯ ОБЩЕНАУЧНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Аннотация: в статье показывается, что в современных условиях образовательный процесс должен гармонично сочетать в себе обучение и воспитание, что можно реализовать в процессе преподавания как гуманитарных, так и общенаучных дисциплин.

Ключевые слова: патриотизм, образование, воспитание, методика преподавания.

A. V. Kirichek, N. A. Khodikova

FEATURES OF THE ORGANIZATION OF EDUCATIONAL WORK AND TEACHING OF GENERAL SCIENTIFIC AND HUMANITARIAN DISCIPLINES IN A TECHNICAL UNIVERSITY

Abstract: the article shows that in modern conditions the educational process should harmoniously combine education and upbringing, which can be implemented in the process of teaching both humanities and general scientific disciplines.

Keywords: patriotism, education, upbringing, teaching methods.

В современных условиях, когда наша страна отстаивает свое право на существование как целостная и самобытная евразийская цивилизация, многократно возрастает ответственность преподавателей – тех людей, чье профессиональное призвание напрямую связано не только с хранением и трансляцией, но и с выработкой и переоценкой духовных ориентиров общества. Применительно к системе высшего образования это означает, что вся деятельность преподавателей как социогуманитарных дисциплин (историков, философов, политологов, культурологов, филологов и др.), так и преподавателей математики и всего спектра естественнонаучных дисциплин, должна быть подчинена не просто трансляции знаний, но иметь своей целью воспитание в обучающихся духа патриотизма, необходимого для защиты Отечества сегодня и в будущем от различных угроз, прежде всего, в области духовной безопасности [4].

Отсюда вытекает необходимость если не радикальной, то существенной перестройки всей деятельности преподавателей таким образом, чтобы существенное значение приобретала воспитательная работа с молодежью – курсантами, студентами, слушателями, магистрантами, адъюнктами. На примере Академии ГПС МЧС России можно с сожалением констатировать, что воспитательная работа в течение последних 30 лет, как правило, недооценивалась, рассматривалась как нечто периферийное, второстепенное. Можем предположить, что и в других вузах (особенно технических) ситуация такая же. В подтверждение такой оценки можно привести такой факт: согласно «Положению о порядке планирования и учета затрат времени для расчета объема учебной, методической, научной и воспитательной работы, выполняемой профессорско-преподавательским составом Академии» (утвержденному Приказом по академии № 292 от 27.06.2016) на воспитательную работу преподавателям «выделяется» 50 часов в год, тогда как на методическую и научную отводится, соответственно, 430 и 350 часов. Мало того, если виды учебной, методической и научной работы в данном приказе конкретизированы, то воспитательная работа почему-то нет.

Сегодня при оценке эффективности деятельности научно-педагогических работников Академии воспитательная работа не только оценивается самыми низкими баллами, но также не входит в число базовых показателей, обязательных к выполнению. Иначе говоря, занимается ли преподаватель воспитательной работой или нет – от этого его эффективность (а вслед за ней и оплата труда) практически не зависит. Поэтому какой-либо существенной мотивации для активизации воспитательной работы в Академии преподавателям не создано.

Нельзя, однако, сказать, что воспитательная работа в Академии поставлена плохо. И отдел воспитательной работы (в особенности отделение культурно-досуговой деятельности), и гуманитарные кафедры делают в этом отношении немало – проводят различные конкурсы среди обучающихся (например, КВН, агитбригад, «Моя малая родина», литературный и др.), организуют экскурсии, конференции и круглые столы, устраивают кинопоказы и концерты и др. В Академии функционирует Музей, ежегодно обучающиеся выезжают на «Вахту Памяти» на Невский пятачок. В декабре 2020-го года в Академии была принята «Концепция воспитательной работы», в которой подробно описаны как основные направления, так и формы воспитательной работы.

Однако в нынешних условиях, когда наша страна вступила в ожесточенную схватку с коллективным Западом, всего перечисленного уже недостаточно. Необходимо многократно активизировать воспитательную работу, прежде всего, в

области государственно-патриотического воспитания, а также сделать воспитательную работу менее формальной, расширить спектр проводимых мероприятий и используемых методов, расширить полномочия Совета по воспитательной работе, возродить институт кураторства, целенаправленно совершенствовать гуманитарную среду Академии [2], усилить мотивацию преподавателей к этому виду деятельности за счет создания дополнительных стимулов, причем не только материальных, но и духовно-нравственных. Наконец, очень важно обмениваться успешным опытом воспитательной работы как внутри Академии (между подразделениями), так и с другими вузами, а также обучать молодых сотрудников (преподавателей, начальников курсов и их заместителей, командиров взводов и др.) эффективным формам и методам воспитательной работы [1].

Иными словами, нужен целый комплекс мер по активизации воспитательной работы. Следует отметить, что одним из условий возможности решения воспитательных задач в процессе обучения является высокий методический уровень педагога. Это означает, что важнейшей задачей преподавателя является формирование фонда лекций, учебно-методических пособий, презентаций, освоение новых методик и иных достижений других педагогов, т.е. все то, что обычно называется методической работой.

Если преподаватель специализированных факультетов университетов преподает, как правило, один базовый курс (например, социальную философию, математический анализ или термодинамику) и 1–2 спецкурса, коррелятивных его научным интересам, то в техническом вузе преподаватель неспециальных дисциплин вынужден зачастую преподавать сразу несколько различных предметов. Например, авторы настоящей статьи за годы работы в АГПС преподавали философию, социологию, культурологию, политологию, концепции современного естествознания, логику, методологию научных исследований. При этом было необходимо ориентироваться в состоянии дел каждой из дисциплин – знать классиков, основные школы и течения, их главные идеи и труды, владеть категориальным аппаратом и т. п., т.е. расширить свой кругозор едва ли не до всей области социогуманитарного знания, попутно захватив еще и основы естествознания.

Также очевидно, что если в ходе общения, например, со студентами философского факультета преподаватель философии может получать от них мотивирующие импульсы и эвристически ценные идеи, обсуждать с ними свои научные публикации, то в техническом вузе преподаватель занят совсем иным – разъяснением основ философии. Например, все богатство философии марксизма надо уложить в 1–2 слайда (в несколько предложений) и то же самое касается других дисциплин, направлений и школ.

Уже сказанного достаточно, чтобы понять: задачи преподавателей гуманитарных и общенаучных дисциплин в техническом вузе совершенно иные, чем таковые у их коллег, преподающих в университете на соответствующих факультетах или работающих в научных институтах. По нашему убеждению, их миссия в техническом вузе заключается в качественном выполнении именно учебной, методической и воспитательной работы, ибо именно от них зависит и то, какие компетенции будут сформированы у обучающихся, и то, какими ценностями они будут руководствоваться в своей жизни.

Отсюда вытекает задача – сформировать, разработать адекватные критерии и методы оценки эффективности указанных видов работ. К сожалению, сегодня труд

преподавателя оценивается преимущественно по формальным количественным критериям – наличию плана проведения занятий, учебно-методических пособий, заполненности модуля рабочих программ дисциплин и курсов в ЭИОС, наличию фонда оценочных средств и т.п. При этом, в частности, значимость учебно-методических пособий измеряется не их новизной, степенью нужности и важности для учебного процесса, а количеством страниц. А качество проведенной лекции или практического занятия вообще, обычно, никак не оценивается (если, конечно, это не открытое или показательное занятие).

Но ведь можно было бы, например, привлечь для оценки качества проводимых занятий самих обучающихся – тех самых получателей «образовательных услуг». Вполне можно найти критерии оценивания и фондовых лекций, и презентаций, например, объявив общеакадемический конкурс на лучший текст лекции или лучшую презентацию (в таком случае оценку будет давать комиссия из нескольких авторитетных специалистов).

Выводы

Таким образом, современные вызовы требуют серьезной работы над совершенствованием организации работы преподавателей в технических вузах. Необходимо сформировать, апробировать и ввести в действие способы и критерии оценивания качества учебной, методической и воспитательной работы. Если полученные оценки будут влиять существенным образом на зарплату преподавателей, тогда, без сомнения, у них сформируется должная мотивация расти в профессиональном плане именно в направлении совершенствования педагогического мастерства, что, в конечном счете, сказалось бы в лучшую сторону на качестве подготовки кадров в вузах [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дьяченко Н.В.* Патриотизм как феномен воспитательной работы в российском обществе // Культура и безопасность. – 2022. – № 2. – С. 40-45. – DOI 10.25257/KB.2022.2.40-45.
2. *Киричек А.В.* Гуманитарная среда Академии ГПС МЧС России: структура и направления развития // Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области пожарной безопасности: сборник тезисов докладов материалов международной научно-практической конференции, Москва, 18–19 октября 2018 года. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 71-75. - EDN VSJQLV.
3. *Котляревич А.Н., Власов А.Г.* Педагогические аспекты отбора и подготовки адъюнктов вузов пожарно-технического профиля // Культура и безопасность. – 2021. – № 2. – С. 60-67. – DOI 10.25257/KB.2021.2.60-67.
4. *Ходикова Н.А.* Диалог как один из путей предотвращения глобальных угроз современности // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны, Москва, 01 марта 2021 года. Том Часть IV. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 51-55. - EDN YVDPPU.

УДК 316.462

А. А. Краснов, К. В. Семенова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО СОЦИУМА - МОРАЛЬ, НРАВСТВЕННОСТЬ И ВЛАСТЬ (ТЕРМИНОЛОГИЯ)

Аннотация: в работе проведён сравнительный анализ описаний ключевых терминов или понятий в социологии - нравственности, морали, совести и власти, приведённых в различных классических источниках информации. Сделана попытка синтезировать описание этих терминов с единых позиций.

Ключевые слова: мораль, власть, нравственность, совесть.

A. A. Krasnov, K. V. Semenova

ECOLOGY OF HUMAN SOCIETY. MORALITY, MORALITY AND POWER (TERMINOLOGY)

Abstract: the work conducted a comparative analysis of the descriptions of key terms or concepts in sociology - morality, morality, conscience and power given in various classical sources of information. An attempt has been made to synthesize the description of these terms from a single position.

Key words: morality, power, morality, conscience.

Проблема истоков понятий морали и нравственности, как и они сами, не так просты, как кажется на первый взгляд. А уж сложность вопросов взаимоотношений этих понятий и власти носит запредельный характер, о чём свидетельствует множество исследований, авторы которых хоть как-то пытались подвергнуть анализу этот вопрос. Одно только перечисление этих авторов займёт не одну страницу, поэтому перечислим имена тех исследователей, которые наиболее часто упоминаются в связи с темой системы «мораль и власть» и кто, следовательно, внёс наибольший вклад в исследование этой проблемы.

Европа и Северная Америка: Аристотель, К.Г. Баллестрём, П. Бурдьё, П. Вебер, М. Гегель, Г.В.Ф. Гидденс, Э. Гоббс, Т. Джентиле, И. Кант, Дж. Локк, Н. Макиавелли, Ш. Монтескьё, Ф. Ницше, М. Оссовская, Т. Парсонс, Платон, М.Т. Цицерон, Ф. Аквинский, П. Рикер, Р. Докинз, Р. Райт, Ж. Руссо, Сократ, Г. Спенсер, Б. Спиноза, Ф. Фукуяма, Э. Фромм, М. Хайдеггер, С. Харрис, Дж. Шарп, А. Шопенгауэр, М. Штирнер, М. Шилер, Ф. Энгельс, В. Парето, Э. Дженнинг, Г. Моска, Ч.Р. Миллс, Дж. Бернхейм, С. Хантингтон, Д. Белл, Г. Кан, Э. Винер, О. Конт.

Азия:

Китай - Конфуций, Шан Ян, Чжуан-цзы, Мэн-цзы, Сюн-цзы.

Индия - Каутилья.

Россия - А. Кожев (Кожевников), М.А. Анипкин, Р.Г. Апресян, М.А. Бакунин, В.И. Бакштановский, Ю.М. Батулин, Н.А. Бердяев, К.С. Гаджиев, Л.Н. Гумилёв, А.А. Гуссейнов, В.В. Денисов, Ф.М. Достоевский, О.Г. Дробницкий, Иван Грозный

(переписка с Андреем Курбским), И.А. Ильин, В.О. Ключевский, И.И. Кравченко, С.Э. Крапивенский, П.А. Кропоткин, Н.Н. Кругов, К. Леонтьев, В.В. Мшвениерадзе, Ю.В. Огомонов, Е.В. Осипова, А.С. Панарин, В.А. Подорога, Э.А. Поздняков, М.К. Рыклин, Вл. Соловьёв, П.А. Сорокин, А.И. Титаренко, Л.Н. Толстой, А.Б. Франц, А.С. Хомяков, А. Щёлкин.

Наличие в этом списке, как учёных древности, так и наших современников означает, что работы в данной области ведутся до сих пор, и, похоже, они весьма далеки от завершения.

Очень хорошо по данному поводу сказал М. А. Анипкин в своей диссертационной работе [1], посвящённой рассматриваемой проблеме: - «Главное, что заставляет считать уровень разработанности проблемы соотношения морали и власти неудовлетворительным, - «Это отсутствие навыков управления данными процессами. И что рассмотрение вопроса в «отдельных аспектах» недостаточно. Нужен анализ на уровне социальной философии.»».

И также очень интересно в этой связи высказывание Макса Шелера: - «Специальные науки, занимающиеся человеком и все возрастающие в своем числе, скорее *скрывают* сущность человека, чем *раскрывают* её. И можно сказать, что ещё никогда в истории человек не становился настолько проблематичным для себя, как в настоящее время» [2].

То есть, разработка новых подходов к системе «мораль – власть» весьма актуальна, особенно если учесть непрерывную глобализацию мира, при которой происходит интенсивное перемешивание этносов с совершенно разными культурами. Причём актуальна разработка такой концепции системы «власть-мораль», которая позволяла бы получить реальные инструменты и технологии воздействия на эту систему, реальную методологию управления социальными системами, которая могла бы претендовать на звание одной из точных наук.

Очевиден вопрос о фундаменте такой концепции. И уже поверхностный анализ просмотренных источников показывает, что авторы часто путают терминологию, понимая под одним и тем же словом разные объекты. Поэтому естественным шагом в выбранном направлении будет определение основных терминов, которые будут играть роль основания, на котором и могут быть построены все остальные положения.

Прежде чем приступить к разговору о морали и власти, необходимо выяснить, что такое мораль и власть. Кто является носителем морали, и кто является носителем власти, кто является объектом власти, а кто её субъектом. В первую очередь мы посмотрим, как определяют эти понятия в различных изданиях.

Итак, власть по определению звучит так –

Власть, это

- словари Ушакова и Ожегова [3, 4]: 1. Способность и возможность подчинять кого-либо своей воле, распоряжаться действиями кого-нибудь, оказывать определяющее воздействие на деятельность, поведение людей с помощью каких-либо средств – воли, авторитета, права, насилия. 2. Политическое господство, система государственных органов. 3. Могущественное влияние, принудительная сила. 4. Лица облечённые властью, начальство.

- словарь Даля [5]: 1. Право, сила и воля над чем, свобода действий и распоряжений, начальствование, управление. 2. Начальство, начальник и начальники.

- Вебер М. [7]: Власть означает любую возможность навязать свою волю в рамках социальных отношений вопреки сопротивлению и независимо от того, на чём

эта возможность основана.

Объединяя эти определения можно определить власть как совокупность возможностей и средств принуждения человека другим человеком к выполнению нужных последнему действиям.

При этом субъектом власти является человек, включённый в систему социальных отношений, стоящий в этой системе на ступеньку выше объекта власти, человека на которого распространяется властные полномочия субъекта власти.

Рассмотрим теперь термины «Мораль» и «Нравственность».

Словарь Даля [5]: Мораль – нравоучение, нравственное учение, правила для воли, совести человека. Нравственность (нрав) – одна половина или одно из двух свойств духа человека: ум и нрав слитно образуют дух (душу, в высшем понимании) человека. Ко нраву относятся – воля, любовь, милосердие, страсти и пр. ; тоже свойства целого народа..., населения, племени, не столько зависящее от личности каждого, сколько от условий принятого житейского правила, привычки, обычая..., нравственный – 1. противоположный телесному, духовному. 2. относящийся к одной половине духовного быта, противоположное умственному, но составляющее с ним одно духовное начало. К умственному относится истина и ложь, к нравственному – добро и зло....

Словарь иностранных слов [6]: Мораль (фр. от лат) – Нравственность, правила нравственного поведения, система норм, определяющих обязанности человека по отношению к обществу и другим людям, одна из основных форм культуры и идеологии.

Словарь Ушакова [3]: Мораль – (лат. *Moralis* - Нравственный) – Нравственное учение, свод правил нравственности, этики. Нравственность. Совокупность норм, определяющих поведение человека. Моральные свойства. Нравственность – совокупность норм, определяющих поведение человека. Моральные свойства.

И, наконец, определение этого термина в словаре Ожегова [4]: Мораль - правила нравственности, а также сама нравственность. Нравственность – правила, определяющие поведения, духовные и душевные качества необходимые человеку в обществе, а также выполнение этих правил, поведение.

Анализ этих и других описаний терминов мораль и нравственность показывает, что с одной стороны ряд словарей рассматривают эти два термина как синонимы, а с другой стороны, ряд исследователей относит понятие морали к характеристикам социума, а понятие нравственности большей своей частью относится к личности, к человеку. И последнее аргументируется тем, что мораль, как правило, подразумевает наличие внешнего оценивающего субъекта, нравственность в большей степени ориентирована на внутренний мир человека и его собственные убеждения и контролирующим субъектом в этом случае является совесть.

И теперь, естественно, мы должны определить понятие совести.

Совесть по Далю [5]: Совесть - нравственное сознание, нравственное чутье или чувство в человеке; внутреннее сознание добра и зла; тайник души, в котором отзывается одобрение или осуждение каждого поступка; способность распознавать качество поступка; чувство, побуждающее к истине и добру, отвращающее ото лжи и зла; невольная любовь к добру и к истине; прирожденная правда, в различной степени развития.

Словарь Ожегова [4]: Совесть , -и, ж. Чувство нравственной ответственности за свое поведение перед окружающими людьми, обществом.

Словарь Ушакова: [3] Совесть – внутренняя оценка, внутреннее сознание

моральности своих поступков, чувство нравственной ответственности за своё поведение.

Большой энциклопедический словарь [8]: Совесть - понятие морального сознания, внутренняя убежденность в том, что является добром и злом, сознание нравственной ответственности за свое поведение. Совесть - выражение способности личности осуществлять нравственный самоконтроль, самостоятельно формулировать для себя нравственные обязанности, требовать от себя их выполнения и производить самооценку совершаемых поступков.

Внимательный читатель заметит опять, как перемешивается нравственность и мораль в этих определениях.

Для того чтобы дать более конкретное определение этим трём терминам, надо сначала ввести понятие нравственной ценности.

Под нравственными ценностями мы будем понимать то, что определяется парами: добро-зло; хорошо-плохо; можно-нельзя, разрешено – запрещено;...и т.д.

Теперь нравственность можно определить так.

Нравственность есть система нравственных ценностей, закладываемых в сознании или подсознание человека тем или иным образом, в процессе его воспитания и по мере накопления жизненного опыта.

И тогда мораль можно определить так.

Мораль есть система нравственных ценностей принятую в конкретном социуме.

Под совестью мы будем понимать способность конкретного человека сопоставлять свои и чужие поступки с собственной системой нравственных ценностей, испытывая при этом эмоциональные переживания.

Под аналог совести в социуме больше всего подходит «общественное осуждение» или «общественное мнение», которое может быть выражено самым различным образом со стороны членов социума.

Определим общественное осуждение как способность общества в целом к сопоставлению конкретного поступка конкретного человека системе нравственных ценностей, принятых в данном социуме, к нормам морали данного социума, испытывая при этом эмоциональные переживания, которые могут приводить к реальным психическим и физическим санкциям против нарушителя этих норм.

Выводы: Даны однозначные описания терминов - власть, совесть, мораль, нравственность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анипкин М.А.* Мораль и власть как центральная проблема русской социальной философии. Дисс. канд. философских наук. Волгоград, 1997 г. – 133 с.
2. *Шелер М.* Положение человека в Космосе / Пер. А. Филиппова // Проблема человека в западной философии: Переводы / Сост. и послесл. П. С. Гуревича; общ. ред. Ю. Н. Попова. - М.: Прогресс, 1988. (http://www.anthropology.ru/texts/scheler/stellung_1.html)
3. *Ушаков Д.Н.* Большой толковый словарь современного русского языка. – М.: Альта-Принт: Дом. XXI век, 2009. – 1239 с.
4. *Ожегов С.И.* Словарь русского языка. Издание пятое, стереотипное. – М.: Гос. изд. ин. и нац. словарей, 1963. – 900 с.

5. *Даль В.И.* Толковый словарь живого великорусского языка. В 4 томах. – М.: Рус. яз. – Медиа, 2003. (Репринт издания от 1880-1882 г.г.)
6. Словарь иностранных слов /Под ред. И.В. Лехина и проф. Ф.И. Петрова. – М.: Гос. изд. ин. и нац. словарей, 1955. – 852 с.
7. Вебер М. Хозяйство и общество / Пер. с нем. под научн. ред. Л. Г. Ионина. – М.: Изд-во ГУ ВШЭ, 2010.
8. Большой энциклопедический словарь. - <http://www.vedu.ru/BigEncDic/58438>.

УДК 378

Н. А. Кропотова, И. А. Легкова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Аннотация: в статье рассмотрены подходы к оценке уровня сформированности надпрофессиональных компетенций, обоснована актуальность данного исследования. Представлены результаты исследования надпрофессиональных компетенций, которые относятся к навыкам профессий будущего. Проанализированы полученные результаты по каждой группе опрошенных, определен перечень ключевых компетенций для диагностики надпрофессиональных компетенций.

Ключевые слова: подготовка кадров; компетенции специалиста; образовательный процесс; компетенции выпускника; навыки профессионала; надпрофессиональные компетенции.

N. A. Kropotova, I. A. Legkova

STUDY OF THE PROFILE OF CROSS-PROFESSIONAL COMPETENCES OF STUDENTS OF THE FIRE-ENGINEERING PROFILE

Abstract: the article discusses approaches to assessing the level of formation of supraprofessional competencies, substantiates the relevance of this study. The results of the study of supraprofessional competencies, which are related to the skills of the professions of the future, are presented. The results obtained for each group of respondents were analyzed, a list of key competencies for diagnosing cross-professional competencies was determined.

Key words: personnel training; competence of a specialist; educational process; graduate competencies; professional skills; supraprofessional competencies.

В педагогике современной образовательной организации, а также кадрового потенциала современной России [1] большое внимание уделяется формированию надпрофессиональных компетенций. Целью исследования явилось определение профиля надпрофессиональных компетенций, в оценке и развитии которых нуждаются обучающиеся, образовательные организации и работодатели.

Актуальность данной тематики подтверждается проведенным в июне 2021 года Департаментом оценки и методологии АНО «Россия – страна возможностей»

исследованием по выявлению ключевых надпрофессиональных компетенций, максимально востребованных ведущими работодателями Российской Федерации, при приеме на работу обучающихся и выпускников высших учебных заведений.

Надпрофессиональные компетенции – это универсальные деловые и управленческие качества обучающегося, которые позволяют эффективно выполнять поставленные задачи, а также добиваться успеха [1].

Надпрофессиональные компетенции – это необходимый и сопутствующий компонент современного образовательного процесса и профессионального становления высококвалифицированного специалиста, поскольку является условием трудоустройства и показателем успеха в профессиональной деятельности [2].

В настоящее время нет единого мнения по данному термину, а также отсутствует единая шкала измерения, а значит не определены их критерии. Рассматриваемые деловые качества обучающихся должны быть универсальными для всех обучающихся, так и молодых специалистов, а также иметь широкую сферу применения без привязки к определенной профессиональной области, профессии или специальности [3].

Большая часть работодателей не только принимает во внимание уровень образования и академическую подготовленность выпускников, но также делает упор на оценку компетенций при приеме на работу и(или) службу. Оказывается, что компетентностные карты по уровню сформированности компетенций (универсальных, общепрофессиональных и профессиональных) обучающихся достаточно востребованы, поскольку являются одним из важнейших критериев оценки профессионального образования [4]. Данный подход позволит избежать ошибок и снизить в том числе профессиональные риски.

По наблюдениям работодателей, у вчерашних выпускников уровень надпрофессиональных компетенций развит недостаточно. В ответ на запросы общества и государства многие образовательные организации корректируют содержание образовательных программ, создают учебные курсы и внеучебные мероприятия, направленные на развитие надпрофессиональных компетенций. Остается вопрос: какие именно надпрофессиональные компетенции наиболее актуальны для обучающихся и выпускников?

На основании проанализированной литературы составлен конструктор надпрофессиональных компетенций (рис. 1).

В конструкторе определено пять блоков: управление взаимодействием; управление задачами; энергетические особенности обучающегося; общие знания: фундаментальные, профессиональные, др.; ценности. В каждом блоке подробно расписаны основные характерные черты, формирующие компетентность обучающегося по направлениям.

Проведено исследование на базе Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Всего участвовало около 200 респондентов. Обучающиеся ранжировали из конструктора компетенций (рис. 1) те навыки, которые, по их мнению, являются наиболее востребованными и важными (рис. 2).



Рис. 1. Конструктор компетенций

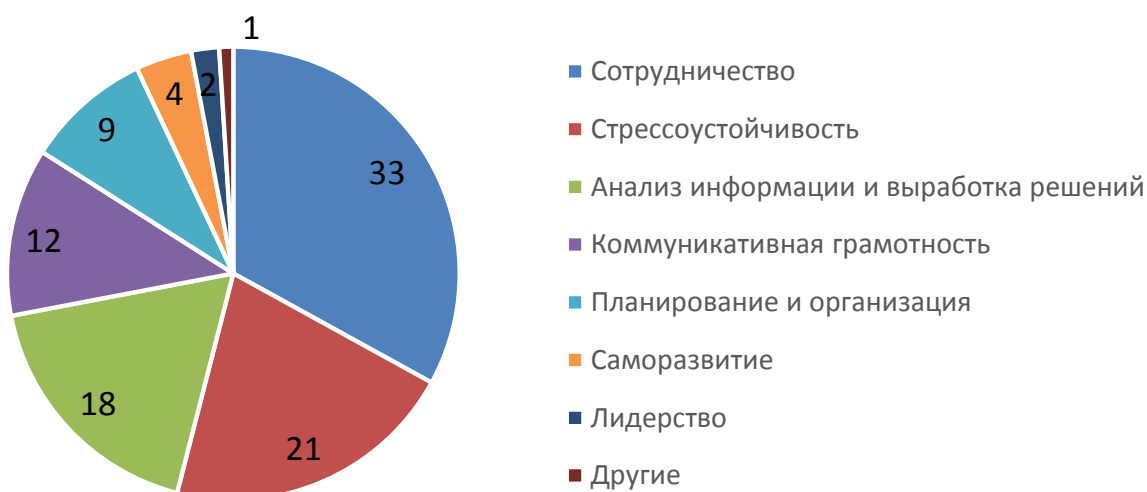


Рис. 2. Наиболее важные компетенции по мнению обучающихся (опрос 2022 года)

Оказалось, что наиболее важными с точки зрения обучающихся являются следующие важные компетенции:

- сотрудничество – работа в команде;
- анализ информации и выработка решений – умение работать с большим объемом информации, с научными источниками;
- коммуникативная грамотность – умение налаживать контакт;
- стрессоустойчивость – является неотъемлемой частью навыков специалиста пожарно-технического профиля, в связи с большими нагрузками и опасными производственными факторами;
- планирование и организация;
- саморазвитие и лидерство.

Конечно же подобная градация наиболее важных компетенций со стороны образовательных организаций будет другой (рис. 3) [1].

Что касается работодателей, то они нацелены на рабочую атмосферу коллектива и сотрудничество – 51 %, ориентация на результат – 14 %, планирование и организация – 14 %, анализ информации и выработка правильного, наиболее рационального решения – 14 %, коммуникативность – 7 %.



Рис. 3. Наиболее важные компетенции по мнению образовательных организаций (опрос 2022 года)

В результате полученных данных, можно дать заключение о том, что для молодых специалистов и обучающихся важно иметь психологическую подготовку при различных условиях, в том числе нестандартных и нештатных ситуациях. Причем наиболее важным аспектом является работа в команде, направленная на решение задач. Для образовательных организаций важнее, чтобы обучающийся умел работать с большим объемом информации, анализировать и находить рациональное решение. В то время как работодатели хотят иметь молодых специалистов готовых к выполнению любых задач профессиональной деятельности, способных адаптироваться к меняющимся условиям работы или службы. Другими словами, эффективного работника/сотрудника, выполняющего качественно работу.

Поэтому исследование надпрофессиональных компетенций позволит не только корректировать учебные планы, способные создать конкурентность выпускника образовательной организации, но и диагностировать их развитие. Надпрофессиональные компетенции становятся важнейшим ресурсом для развития современного высококвалифицированного специалиста, в том числе специалиста для подразделений МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Платформа «Россия – страна возможностей» запустила 41 Центр компетенций на базе университетов в 21 регионе России в 2021 году [Электронный ресурс] <https://rsv.ru/news/1/3472/>.
2. Навыки будущего. Что нужно знать и уметь в новом сложном мире / Лошкарева Е., Лукша П., Ниненко И., др. // Доклад Московской школы управления Сколково. М, 2017. 92 с.
3. Кропотова Н.А. Выработка гибких компетенций в процессе подготовки высококвалифицированных кадров пожарной охраны // Пожарная и аварийная

безопасность: сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования гражданской обороны, 24 ноября 2022 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. С. 605-610.

4. Кротова Н.А., Легкова И.А. Компетентностная карта выпускника // Сибирский пожарно-спасательный вестник: научно-аналитический журнал, 2020, №1. С. 77-82. [Электронный ресурс] URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2020/v1/N16_77-82.pdf.

5. Кротова Н.А. Рейтингование обучающихся по набору профессиональными компетенциями: особенности разработки и внедрения // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С. 266-268.

УДК 378

Н. А. Кротова, И. А. Легкова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

НАДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ: СУЩНОСТЬ, ЗНАЧЕНИЕ, ОЦЕНКА

Аннотация: в статье обоснованы надпрофессиональные компетенции, формируемые в процессе обучения профильной образовательной организацией. Дано определение, представлена характеристика надпрофессиональных компетенций, которые относят к навыкам профессий будущего. Авторами выделено актуальное значение рассматриваемой тематики, а также приведен один из возможных способов оценки и представления данных компетенций для выпускника. Внедрение компетентностных карт молодого специалиста, по мнению авторов, будет снижать профессиональные риски.

Ключевые слова: подготовка кадров; навыки специалиста; образовательный процесс; компетенции выпускника; компетентностная карта выпускника; навыки профессионала.

N. A. Kropotova, I. A. Legkova

SUPRA-PROFESSIONAL COMPETENCIES OF STUDENTS: ESSENCE, MEANING, EVALUATION

Abstract: the article substantiates the supra-professional competencies formed in the process of training by a specialized educational organization. The definition is given, the characteristics of supra-professional competencies are presented, which are attributed to the skills of the professions of the future. The authors highlighted the actual importance of the subject under consideration, and also provided one of the possible ways to evaluate and present these competencies for a graduate. The introduction of competence cards of a young specialist, according to the authors, will reduce professional risks.

Key words: personnel training; specialist skills; educational process; graduate competencies; graduate competence card; professional skills.

Профессионализм выпускников – основа качества и эффективности современного образования. Подготовка высококвалифицированных кадров является важной задачей любой образовательной организации, в том числе высшего образования. Успешная работа организации в условиях постоянно возрастающей конкуренции на рынке труда невозможна без повышения эффективности и качества образования на всех его уровнях и этапах освоения компетенций обучающимися. Другими словами, без развития потенциала как преподавателей, так и самих обучающихся, очень трудно достичь тех стратегических целей, которые заложены в основной миссии образовательной организации. Поэтому исследование вопроса о развитии потенциала обучающегося для овладения необходимыми навыками и компетенциями является актуальным.

Анализ рассматриваемой проблематики реализации компетентностного подхода в литературных источниках позволяет выделить две противоположные сущности подходов к определению «компетенции»:

- педагогический подход: компетенция – это есть задаваемое и подлежащее освоению содержание обучения [1]. По мнению автора, компетенции содержат взаимосвязанные качества личности (знания, умения, навыки, способы деятельности), которые следует задавать к определенному спектру процессов и предметов для продуктивной деятельности;

- психологический подход: компетенции – это все интеллектуальные, личностные качества, психологические характеристики обучающегося, которые способствуют освоению содержания обучения и в дальнейшем его профессиональной деятельности.

Считается, что первокурсник уже имеет некоторую базу и(или) основу для дальнейшего освоения и развития компетенций. Для освоения предлагаемых компетенций по специальности или направлению подготовки образовательной организацией создаются условия, обеспечивающие эффективную и качественную подготовку.

На современном этапе большое внимание педагогами уделяется формированию надпрофессиональных компетенций (второе название «навыки XXI века»), которые позволяют специалистам работать более эффективно, быстро адаптироваться к переходу между отраслями и при этом быть востребованным. Формирование надпрофессиональных компетенций – это необходимый и сопутствующий компонент современного образовательного процесса и профессионального становления высококвалифицированного специалиста, поскольку является условием трудоустройства и показателем успеха в профессиональной деятельности [2].

Стоит отметить, что понятие «надпрофессиональные компетенции» не является новым в образовании, но в настоящий момент нет единого мнения по данному термину, не существует единой шкалы измерения, а значит не определены их критерии.

Итак, надпрофессиональные компетенции – это универсальные деловые и управленческие качества обучающегося, которые позволяют эффективно выполнять поставленные задачи, а также добиваться успеха.

Чтобы достичь успеха в профессиональной деятельности, эффективно справляться с современными вызовами меняющегося общества, необходимо обладать сбалансированным набором теоретических знаний, практических умений и гибких навыков [3], содержащих сотрудничество и управление. Эти компетенции проявляются в разнообразных нештатных ситуациях и актуальны на протяжении всего процесса обучения и самостоятельной профессиональной деятельности. Следовательно, надпрофессиональные компетенции должны присутствовать у обучающихся образовательных организаций и развиваться по мере их обучения.

Значит те знания, умения и навыки, которые заложены некоторым набором учебных дисциплин, практик, стажировок, процедурой прохождения государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы формируют не только универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, но и надпрофессиональные и специализированные навыки. В свою очередь, надпрофессиональные навыки – это комплекс неспециализированных навыков, которые отвечают за успешное участие в рабочем процессе и высокую производительность. То есть, надпрофессиональные навыки в профессиях будущего можно относить к гибким навыкам, которые определены специалистами Сколково [4].

Такой подход способен создать условия для обучающегося не только для освоения различного рода знаний, умений и навыков, позволяющих им в будущем действовать эффективно в профессиональной деятельности и общественной жизни, а также для развития практических умений, позволяющих действовать в нестандартных и проблемных ситуациях. Выработка потенциала для формирования умений вести себя, организовывать других, руководить, планировать и т.д. в неопределенных ситуациях, часто опасных, в которых заранее нельзя наработать соответствующие навыки, побуждающие к действию, где бы требовался поиск в процессе решения подобных ситуаций и достижения требуемых результатов. Такие навыки наиболее востребованы у выпускников образовательных организаций МЧС России.

На основании анализа имеющихся работ различных исследователей постараемся определить основные характеристики надпрофессиональных компетенций:

- коммуникативная грамотность: умение слушать, находить общий язык с людьми и поддерживать взаимосвязь, работа в команде, умение анализировать информацию и логично формулировать мысли и логично выстраивать речь;
- эмоциональная грамотность и стрессоустойчивость: умение работать, понимая свои эмоции и контролируя их, эмпатия и сочувствие, которые помогут сохранить себя и взаимодействовать с другими;
- нестандартное мышление и креативность: умение нестандартно мыслить и создавать новое;
- экологическое мышление: умение воспринимать свою деятельность в контексте всей экосистемы;
- концентрация и управление вниманием: умение справляться с информационной перегрузкой, управлять сложной техникой;
- социальность и кросскультурность: умение убеждать, умение поиска индивидуального подхода к любому человеку, лидерство, умение мотивировать себя и других, а также умение поддерживать социальные связи в разных ситуациях сталкиваясь с различными субкультурами различных регионов, в том числе за счет разности в возрасте;

- целеполагание: умение планировать, умение анализа обстоятельств и принятие решение, креативность, рациональность, умение стратегически мыслить, умение организовать не только свою работу, но и команды в целом;
- цифровая грамотность: умение работать в цифровой среде, в том числе AR (реальная среда с виртуальными цифровыми объектами), VR (виртуальная среда) и MR (реальная среда с виртуальными объектами, с которыми можно взаимодействовать);
- саморазвитие: умение к самообучению (в связи со скачкообразными прорывами технологий и техники, приходится самостоятельно осваивать новые навыки), умение быть полезным (т.е. иметь желание внести вклад в развитие общего дела).

В образовательных организациях можно предусмотреть не только потоковое обучение, но и формирование индивидуальных образовательных маршрутов с диагностикой становления надпрофессиональных компетенций, которые могут быть продиагностированы в автоматическом режиме при осуществлении образовательных связей в цифровой среде и в качестве показательных характеристик представлены диаграммой владеющих надпрофессиональных компетенций (рис. 1).

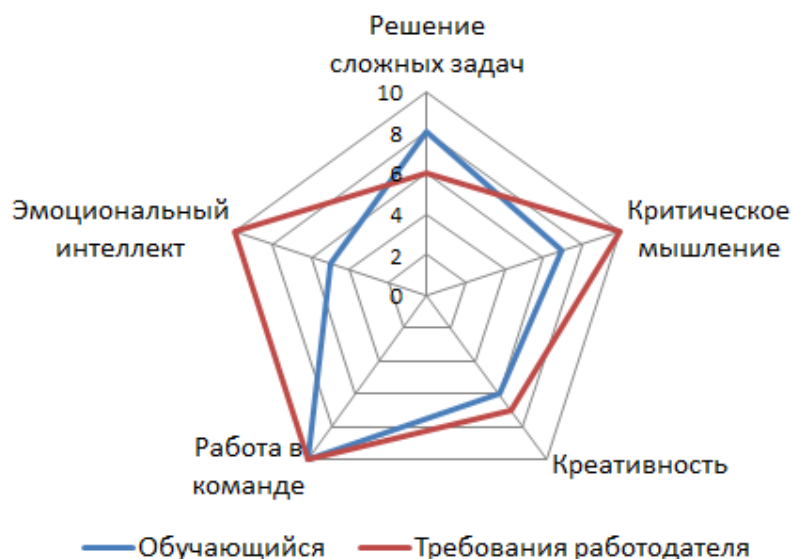


Рис. 1. Уровень сформированности надпрофессиональных компетенций

Совместно с картой надпрофессиональных компетенций выпускнику профильной образовательной организации возможно выдавать компетентностную карту по уровню сформированности его набора компетенций (универсальных, общепрофессиональных и профессиональных) по программе обучения (рис. 2) [6].

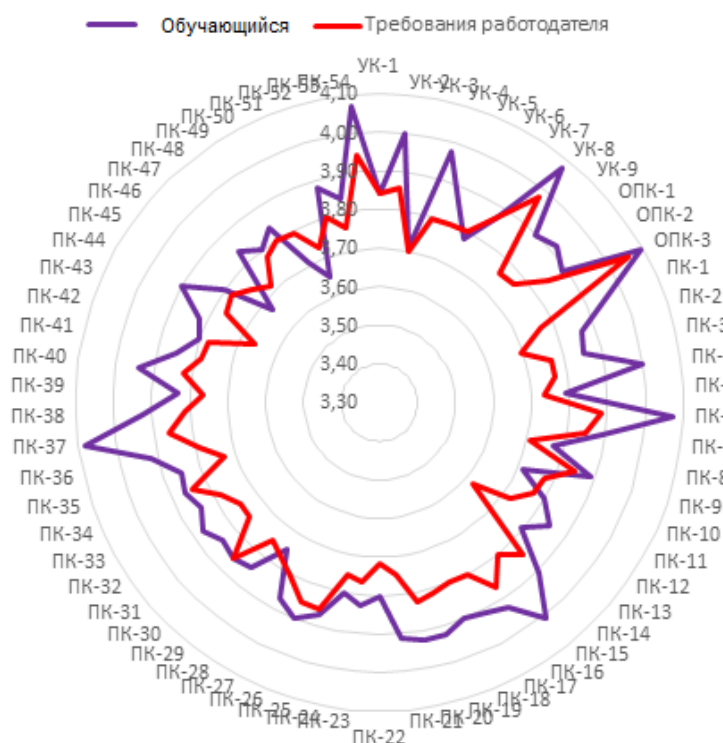


Рис. 2. Компетентностная карта выпускника в соответствии со стандартом и квалификационными требованиями

Таким образом, у работодателя будет иметься конкретный выбор какого молодого специалиста направить на службу или работу (в особенности касается занимаемой должности). Например, при двух имеющихся свободных должностях начальника караула или заместителя начальника караула, или др., работодатель обоснованно может подойти к решению данного кадрового вопроса, опираясь на компетентностные карты двух выпускников [5]. Считаем, что данное решение позволит избежать ошибок и снизить в том числе профессиональные риски.

Надпрофессиональные компетенции становятся важнейшим ресурсом для развития современного высококвалифицированного специалиста, в том числе специалиста для подразделений МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хуторской А.В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения. М.: Изд-во МГУ, 2003. 416 с.
2. Навыки будущего. Что нужно знать и уметь в новом сложном мире / Лошкарева Е., Лукша П., Ниненко И., др. // Доклад Московской школы управления Сколково. М, 2017. 92 с.
3. Кропотова Н.А. Выработка гибких компетенций в процессе подготовки высококвалифицированных кадров пожарной охраны // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90- й годовщине образования гражданской обороны, 24 ноября 2022 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. С. 605-610.
4. 11 надпрофессиональных навыков в профессиях будущего [Электронный ресурс] URL: <https://storyofmylife.ru/nadprofessionalnye-navyki/>

5. Кропотова Н.А., Легкова И.А. Компетентностная карта выпускника // Сибирский пожарно-спасательный вестник: научно-аналитический журнал, 2020, №1. С. 77-82. [Электронный ресурс] URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2020/v1/N16_77-82.pdf.

6. Кропотова Н.А. Рейтингование обучающихся по набору профессиональными компетенциями: особенности разработки и внедрения // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С. 266–268.

УДК 373

П. А. Лапин

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ШКОЛЬНОЙ РАБОТЫ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ УЧАЩИХСЯ В ГОРОДЕ ОРЛЕ

Аннотация: в данной статье рассматривается обеспечение безопасности учащихся в общеобразовательных учреждениях города Орла. Анализируется работа администраций образовательных учреждений целью организации процесса обеспечения образовательного процесса. Рассматриваются рекомендации Управления образования, спорта и физической культуры администрации Орла образовательным учреждениям города по дополнениям и изменениям в области обеспечения безопасности школьников.

Ключевые слова: культура безопасности, образовательное учреждение, ученики, воспитание, учителя.

P. A. Lapin

RECOMMENDATIONS ON THE ORGANIZATION OF SCHOOL WORK IN ORDER TO ENSURE THE SAFETY OF STUDENTS IN THE CITY OF OREL

Abstract: this article discusses the safety of students in general education institutions of the city of Orel. The work of the administrations of educational institutions is analyzed in order to organize the process of ensuring the educational process. The recommendations of the Department of Education, Sports and Physical Culture of the Orel administration to the educational institutions of the city on additions and changes in the field of ensuring the safety of schoolchildren are considered.

Keywords: safety culture, educational institution, pupils, education, teachers.

Введение

В настоящее время проблема обеспечения безопасности образовательного учреждения (ОУ) и всех участников образовательного процесса чрезвычайно важна ввиду появления большого количества негативных и опасных происшествий в них.

Наиболее распространёнными являются травматизм различной степени тяжести, телефонный терроризм, административные правонарушения, отравления, пожары и другие. Поэтому одной из основных задач общего и профессионального образования является создание благоприятных и комфортных условий обеспечения образовательного процесса для учащихся. Также в последние годы в стране имелись случаи социально-криминальных и террористических происшествий в стенах образовательных учреждений.

В прошлых годах в России произошло сразу несколько резонансных террористических акта. В Казани 11 мая 2021 года студент устроил стрельбу в гимназии, в итоге погибло два учителя и семь учеников. Спустя три месяца в Перми, 20 сентября студент первого курса устроил стрельбу в стенах университета, в результате шесть погибших учащихся. Перед Новым годом, в Московской области в Серпуховском монастыре бывший студент хотел занести взрывной устройство, оно сработало у него в руках. Поэтому обошлось без смертельных исходов, получили ранения 13 учащихся и сам неудавшийся террорист. Несмотря на неоднократные террористические акты за прошлые годы, система безопасности в некоторых ОУ носит поверхностный и бессистемный характер и это является тревожным симптомом, на который необходимо обратить пристальное внимание. Причинами большинства происшествий являются слабая подготовка самих учащихся, учительского состава и администрации учреждения, низкая или неудовлетворительная техническая оснащённость элементов системы безопасности учреждения, использование неквалифицированных либо слабо подготовленных сотрудников частных охранных предприятий, беспечное отношение родителей учащихся и другие.

Следовательно, в образовательных учреждениях работа по обеспечению безопасности учащихся должна иметь приоритетное направление. Для обучения школьников необходимо обеспечить им безопасные условия, как в стенах учреждения, так и на пришкольной территории.

Основной материал исследования

Одной из важных задач в системе обеспечения безопасности жизнедеятельности учащихся от социально-криминальных угроз является подготовка всех участников образовательного процесса к действиям в чрезвычайных ситуациях социального характера по их предупреждению и отражению.

Соблюдение безопасности и обеспечение оптимальных условий для образовательного процесса учащихся возложено на федеральные и местные органы власти. В нормативно-правовых актах РФ определено, что необходимо уделять первоочередное внимание именно предупредительным мерам, то есть необходимо не допустить создания чрезвычайной обстановки. Важно взаимодействие федеральных органов власти, органов власти субъектов РФ и местного самоуправления с целью предотвращения возникновения социальных негативных событий. Взаимодействие необходимо поддерживать в рабочем состоянии и постоянно проводить мероприятия по тренировке сил и средств организаций, участвующих в обеспечении безопасности.

Основными участниками по обеспечению безопасности в стенах ОУ являются директор учреждения, администрация школы, уполномоченные специалисты по безопасности. Особую роль уделяется заместителю директора по безопасности, в функции которого входит координация работы администрации школы с Управлением образования, спорта и физической культуры города Орла.

Правовая основа по обеспечению безопасности в образовательных учреждениях изложена в следующих нормативно-правовых актах:

- Конституция РФ [1];
- ФЗ «О пожарной безопасности» №69-ФЗ от 21.12.1994 [2];
- ФЗ «О полиции» №3-ФЗ от 28.01.2011[3];
- иные федеральные законы и кодексы РФ [4,5,6];
- указы Президента РФ [7];
- распоряжения и постановления Правительства РФ;
- нормативно-правовые документы субъектов РФ;
- приказы и распоряжения руководителей образовательных организаций,

регулирующие вопросы безопасности. В данных федеральных законах и подзаконных актах даётся правовая основа применения и основные принципы противодействия криминальным угрозам в образовательных учреждениях, прописан порядок организации служб и населения при возникновении чрезвычайных ситуаций социального характера.

Важные функции по обеспечению безопасности учащихся в образовательных учреждениях страны возложены на Президента и Правительство РФ. Функции Президента РФ заключаются в общем руководстве и выработке основных направлений государственной политики в сфере противостояния терроризму. Основные функции по исполнению и проведению работ в области безопасности в учреждениях безопасности возлагаются на Правительство и федеральные органы государственной власти. Обеспечение безопасности в городе Орле возложены на областную администрацию, мэрию города и федеральные органы власти по Орловской области.

Немаловажная роль в обеспечении безопасности учащихся в образовательных учреждениях г. Орла отводится Управлению образования, спорта и физической культуры города, администрации образовательных учреждений, учителям-предметникам и учителям по основам безопасности жизнедеятельности. Администрация образовательных учреждений обязана осуществлять и проводить процесс образования с привлечением всех заинтересованных сторон, в том числе привлекая непосредственно самих школьников и их родителей.

В настоящее время основными школьными мероприятиями в рамках разработанных рекомендаций по обеспечению безопасности являются просветительское и патриотическое воспитание.

Данные мероприятия важны и необходимы, однако необходимо развивать и другие направления обеспечения безопасности учащихся образовательных учреждениях города Орла.

Рассмотрим их подробнее.

Патриотическое направление, имеющее своей целью формирования культуры безопасности школьников, включает в себя проведение следующих мероприятий:

- 1) участие в торжественных акциях, посвящённых памятным датам Отечественной войны;
- 2) организация концертов и тематических вечеров, приуроченных к памятным датам Великой войны;
- 3) чтение рассказов и повестей, посвящённых военной тематики;
- 4) благоустройство памятников и обелисков погибшим воинам;
- 5) посещение митингов у памятников с возложением цветов у Вечного огня;
- 6) организация патриотического отряда для оказания помощи участникам,

ветеранам и инвалидам войны, их семьям;

7) работа с архивными документами с дальнейшим переводом в электронный вид.

Просветительские мероприятия в ОУ города Орла заключаются в:

1) изучение тем, раскрывающих основные способы и методы основы экстремизма и терроризма;

2) проведение тематических классных часов, на которых классные руководители рассказывают школьникам об опасности идеологии экстремизма, о терактах и их жертвах;

3) изучение учащимися людей другой культуры и их вероисповедания;

4) проведение творческих конкурсов, на которых учащимся будет продемонстрировано отношение к проблеме безопасности;

5) организация форумов, круглых столов, бесед среди школьников лицея;

6) организация проектов, направленных на обеспечение личного участия школьников в решении проблем вовлечения в экстремистские и террористические объединения подрастающего поколения;

7) проведение Дней культур, где школьники могут познакомиться с обычаями, культурой, религией разных национальностей, в том числе и с исламом;

8) осуществление разъяснительной работе с родителями школьников, в ходе которой родителям будут доведены сведения о профилактике терроризма и экстремизма;

9) реализации психологических тренингов, способствующих выработке школьников лицея критического мышления к любым проявлениям инакомыслия.

Проведение учебной эвакуации является важным мероприятием для тренировки с целью повышения безопасности в случае возникновения ЧС техногенного или военного характера. Управление города Орла рекомендует ОУ проводить учебные эвакуации не реже двух раз в течение учебного года, что позволит отработать поведение учительского коллектива и учащихся в случае наступления каких-либо внештатных ситуаций. Пристальное внимание необходимо обратить внимание на отработку действий учащихся при возникновении ЧС социального характера, в том числе пожаре, возможных террористических атак либо вооружённых действий. Во время проведения учебной эвакуации отрабатывается весь комплекс взаимодействия со службами спасения, скорой медицинской помощи, в том числе отработки конкретных способов эвакуации в безопасные места в случае продолжающихся угрозах или конфликтах. При отработке эвакуации учащиеся должны закрепить знания и алгоритм действий при возникновении данных угроз. Необходимо учесть школьное расписание и провести эвакуацию согласно различным вариантам проведения уроков, в том числе на переменах и посещения столовой.

Для школьников с 1 по 4 класс классные руководители должны в доступной и восприимчивой форме объяснять различные опасности, в том числе поведение при появлении незнакомых людей на территории образовательного учреждения без сопровождения.

Для школьников средних и старших классов учителя ОУ города Орла по основам безопасности жизнедеятельности рассказывают про различные виды опасностей, уделяя повышенное внимание социальным ЧС их особенностях и религиозной принадлежности, путях решения возникших проблем. Школьники должны после усвоения учительского материала самостоятельно предложить варианты решения появившихся проблем при террористических угрозах. Это

необходимо для владения ими обстановки и быстрого реагирования на возникшие угрозы и ЧС социального и военного характера.

Также для обучения школьников средних и старших классов в ОУ города Орла используют штатных психологов. В учреждениях согласно указаниям городского Управления учителями-психологами на первом этапе проводятся психологические тренинги с целью определения характера самих учащихся, их склонность по обеспечению своей безопасности и действиям в чрезвычайных ситуациях. На втором этапе анализируя полученные результаты, обобщая их по районам города, доводят до администрации учреждений и школьников результаты исследования. На третьем этапе школьники сами делают выводы о различиях характеров, своих способностях к действиям в различных условиях и способах реагирования на возникшие опасности.

В рамках практических рекомендаций организации работы по обеспечению безопасности учащихся Управлением было предложено и рекомендовано организовать учителем основ по безопасности жизнедеятельности школьникам 8-11 классов круглый стол на тему «Комплексная безопасность учащихся образовательных учреждений города Орла на современном этапе». Было рекомендовано провести открытые уроки на темы: «Патриотизм и терроризм – несовместимые понятия в нашей жизни» и «Школа безопасности». Проведением этих мероприятий должно быть достигнута цель по формированию культуры безопасности у учащихся ОУ Орла.

По рекомендациям Управления необходимым элементом в целях обеспечения безопасности учащихся в ОУ города Орла является проведение внеурочных мероприятий и занятий для выработки уважительного отношения к различным культурам, которые отличаются от культур Орловского края. На данных занятиях учащимся города Орла рассказывается о различных религиях, проповедуемых в Орловской области, недопустимом агрессивном отношении против других людей и другим проявлениям нетерпимости. Данные занятия способствуют повышению безопасности учащихся на современном этапе развития страны.

Выводы и дальнейшие исследования

Министерство просвещения РФ в письме от 30 августа 2005 года № 03-1572 рекомендовало в целях обеспечения безопасности учащихся в образовательных учреждениях разослало в органы управления образованием субъектов РФ практические рекомендации, направленные повысить уровень безопасности в образовательных учреждениях страны [8].

Основные рекомендации следующие:

1. Провести заседания руководителей органов образования субъектов РФ с нижестоящими органами по вопросам обеспечения безопасности. В Орловской области Департамент образования области провёл совещания с Управлениями муниципальных образований, а точнее, с Управлением образования, спорта и физической культуры администрации города Орла по вопросам безопасности во время образовательного процесса.

2. Обратить внимание во время изучения учебных предметов и внеклассной работы на вопросы безопасности в стенах школьных учреждений и на территории школ. При необходимости внести изменения и дополнения при проведении тренингов с учителями школы, проанализировать различные практические ситуации, особенно связанные с актами терроризма, провести занятия со школьным советом по вопросам правовых актов и изменения в федеральном законодательстве в области

безопасности.

3. Рекомендовать Управлениям муниципальных образований добавить дополнительные часы для изучения социально-криминальных явлений, событий, актов террористической направленности в школьном курсе по «Основам безопасности жизнедеятельности».

4. Разработать или внести изменения в комплексные планы по обеспечению безопасности школьных учреждений.

Управление образования, спорта и физической культуры администрации города Орла рекомендует муниципальным образовательным учреждениям подготовить или дополнить комплексный план обеспечения безопасности всех участников образовательного процесса.

Основным должны быть организационные мероприятия, состоящие из следующих пунктов:

1. разработка или корректировка правил внутреннего распорядка ОУ в соответствии с их спецификой;

2. определение алгоритма действия по обеспечению безопасности учащихся в ОУ города Орла, в том числе при проведении массовых мероприятий, спортивных праздниках или иных культурных событий;

3. ежедневная проверка производственных и учебных классов в соответствии с первым уровнем контроля;

4. создание или пересмотр организации деятельности рабочей группы по осуществлению безопасности;

5. определение порядка осмотра состояния территории вокруг школьного учреждения, заезда и выезда с территории школы служебного транспорта;

6. взаимодействие администрации ОУ с правоохранительными органами и органами образования, особая роль принадлежит заместителю директора по образованию;

7. контроль выполнения комплексного плана должна быть возложен на Управление образования, спорта и физической культуры администрации города Орла и Департамент образования Орловской области.

Проведённый анализ плана работы администраций по обеспечению школьников в ОУ Орла показал, что она недостаточно эффективна из-за выполнения не в полном объёме системной работы, нацеленности лишь на школьников, но мало задействуется работа с родителями и учителя - предметниками.

Администрация ОУ, заместитель директора по безопасности, Управление образования, спорта и физической культуры администрации города Орла обязаны осуществлять и проводить образовательный процесс с целью обеспечения безопасности учащихся за счёт привлечения всех заинтересованных сторон, начиная от учителя по ОБЖ и заканчивая школьниками и их родителями. Большая роль учителей по основам безопасности жизнедеятельности заключается в проведении урочной и внеурочной деятельности с целью формирования культуры безопасности у школьников во время осуществления образовательного процесса. На уроках по ОБЖ учителем проверяется правильность поведения в различных ситуациях, в анализе действий школьников и внесении изменений в образовательные программы с учётом готовности учащихся к безопасной жизнедеятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конституция РФ (Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года).
2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» №69-ФЗ от 21.12.1994 (с изменениями на 11 июня 2021 года) / Российская газета № 3, 05.01.1995.
3. Федеральный закон «О полиции» №3-ФЗ от 28.01.2011 (с изменениями на 21 декабря 2021 года) / Российская газета - Неделя, № 28, 10.02.2011.
4. Федеральный закон «О безопасности» №390-ФЗ (с изменениями на 9 ноября 2020 года) / Российская газета, № 295, 29.12.2010.
5. Трудовой кодекс РФ №197-ФЗ (с изменениями на 22 ноября 2021 года) / Российская газета, № 256, 31.12.2001.
6. Федеральный закон РФ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (с изменениями на 11 июня 2021 года) №68-ФЗ Опубликован: Российская газета, № 250, 24.12.1994.
7. Указ Президента РФ №400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» / Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 03.07.2021, № 0001202107030001.
8. Письмо Министерства образования и науки РФ № 03-1572 «Об обеспечении безопасности в образовательных учреждениях» / Вестник образования России, № 23, декабрь 2005.

УДК: 37.012

К. В. Лосев, Л. В. Чекарев

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ СЛУШАТЕЛЕЙ НА КУРСАХ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ МЕРОПРИЯТИЯМ ПО ОКАЗАНИЮ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

Аннотация: в статье рассмотрены аспекты реализации интерактивных методов обучения основам оказания первой помощи путем моделирования различных ситуаций при проведении сердечно-легочной реанимации с использованием манекена «МаксимIII-01».

Ключевые слова: интерактивное обучение, тренажёр, компьютерные программы, непрямой массаж сердца, сердечно-легочная реанимация, искусственная вентиляция легких.

K. V. Losev, L. V. Chekarev

IMPLEMENTATION OF INTERACTIVE METHODS IN TEACHING FIRST AID MEASURES TO STUDENTS AT CIVIL DEFENSE COURSES

Abstract: the article discusses aspects of the implementation of interactive methods of teaching the basics of first aid by modeling various situations during cardiopulmonary resuscitation using a mannequin "MAXIMII-01".

Keywords: interactive training, simulator, computer programs, indirect heart massage, cardiopulmonary resuscitation, artificial lung ventilation.

Актуальность спасения человеческой жизни на протяжении всего периода существования социума неоспорима. Жизнь и здоровье человека являются главной ценностью. Современное общество должно состоять из здоровых людей. Но, к сожалению физическое и психическое здоровье человека очень уязвимы. В наш непростой век, когда чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера стали не редкостью, реакция организма на них подчас бывает неадекватной, а иногда и приводящей к трагическим последствиям. Потеря сознания, остановка дыхания и сердечной деятельности, а также другие неотложные состояния, при которых оказывается первая помощь, стали проявляться все чаще. Стрессовые ситуации, различные катаклизмы, являющиеся первопричиной этих состояний, ставят задачи оказания первой помощи на первый план, в частности, это касается и проведения мероприятий сердечно-легочной реанимации. Поэтому обучение слушателей в системе гражданской обороны мероприятиям оказания первой помощи (экстренной доврачебной помощи) является важнейшей социальной и педагогической задачей. Особое значение по обучению основам оказания первой помощи на курсах гражданской обороны районов Санкт-Петербурга придается педагогическим работникам образовательных организаций. В силу своего профессионального статуса педагоги и воспитатели полностью отвечают за безопасность обучающихся и воспитанников на занятиях, тренингах, в ходе спортивных состязаний и игр, а также при нахождении их на территории образовательной организации. В этой связи получение соответствующего объема знаний по оказанию первой помощи становится для них сверх актуальным. Умения и навыки оказания первой помощи, в частности, мероприятий по проведению сердечно-легочной реанимации (далее СЛР) и искусственной вентиляции легких (далее ИВЛ), формируются в ходе проведения теоретических и практических занятий со слушателями. Они направлены на выработку, в первую очередь, психологической устойчивости при возникновении реальной ситуации угрозы жизни пострадавшему. При виде лежащего без сознания человека в условиях мегаполиса, а тем более в местности, отдаленной от городских условий, у не подготовленного психологически и организационно индивида, возникает стрессовая реакция, состояние фрустрации. Растерянный, потерявший самообладание спасатель, не сможет оказать первую помощь, а тем более осуществить реанимационные мероприятия. Это же состояние возникает и у людей, близкие которых оказались пострадавшими в результате дорожно-транспортного происшествия, сердечных приступов и других обстоятельств. Чтобы вовремя оказать первую помощь человеку, оказавшемуся в беде, необходимо успокоиться, не паниковать. Это первый постулат, который пропагандируют при проведении

обучения слушателей в системе гражданской обороны по программе «Основы оказания первой помощи». Преподаватели всегда обращают внимание слушателей на то, что при оценке ситуации человеку, оказывающему неотложную помощь необходимо полное понимание того, с чем он столкнулся, какие манипуляции от него потребуются и в какой очередности её оказывать.

Как бы велико не было желание, немедленно оказать помощь человеку, необходимо удостовериться, что причина происшествия в настоящий момент не является источником опасности для всех задействованных лиц. Необходимо сначала устранить угрозу, если такова есть, не стоит пренебрегать помощью и поддержкой людей, находящихся рядом. Это обязательное условие, предваряющее моделирование конкретной ситуации по оказанию первой помощи при проведении занятий. Очень сложно, с точки зрения андрагогики (науки об обучении взрослых), убедить обучаемых в том, что воссоздаваемые (моделируемые) ситуации оказания первой помощи пригодятся им в повседневной жизни и профессиональной деятельности. К сожалению, только личный негативный опыт или непосредственное участие в оказании первой помощи при несчастном случае может укрепить мотивацию человека на освоение мероприятий по проведению СЛР. В этой связи воссоздание обстановки, приближенной к реальной ситуации, в которой потенциально может оказаться слушатель, как нельзя лучше актуализирует в его сознании эту задачу. В различных литературных источниках рассматривается множество определений и подходов к реализации метода моделирования в педагогическом процессе.

Метод моделирования это целенаправленное выделение и отображение с помощью научных понятий или предметно-имитирующих конструкций определенных свойств изучаемого объекта. Под моделью понимают замещение реального объекта (образ, аналогия). Если модель и моделируемый объект имеют одну и ту же физическую природу, то говорят о физическом моделировании. За счет абстрагирования модели можно достаточно просто объяснить наблюдаемые явления и процессы. В образовательном пространстве в системе гражданской обороны особое внимание уделяется учебным моделям. К ним относятся: наглядные пособия, тренажеры и обучающие, в том числе электронные программы.

В этом контексте рассмотрим манекен-тренажер «МаксимIII-01» и прилагаемые к нему компьютерные программы, которые применяются на занятиях для обучения слушателей основам оказания первой помощи, а именно проведению реанимационных мероприятий. Он предназначен для отработки навыков СЛР и ИВЛ. Тренажер позволяет моделировать следующие манипуляции: определять состояние пострадавшего; проводить непрямой массаж сердца; искусственную вентиляцию способами «рот ко рту» и «рот к носу», с цифровым измерением скорости и объема вдвухаемого воздуха; имитировать состояние пульса, и реакцию зрачков на свет; а также может использоваться для наложения повязок и шин. Манекен позволяет контролировать: положение головы и состояние поясного ремня; правильность проведения непрямого массажа сердца (далее-НМС); объем и скорость воздушного потока, поступающего в легкие; проведение тестовых режимов реанимации пострадавшего одним или двумя обучаемыми; наличие признаков жизни.

Интерактивная анимационная программа манекена позволяет проводить индивидуальное и групповое обучение работников способам проведения сердечно-легочной реанимации. При необходимости, можно сохранять результаты выполнения тестов в памяти компьютера и распечатывать их. Тренажер может работать и без компьютера, тогда индикация действий слушателей отражается на настенном

демонстрационном табло. Исключено моделирование ситуации путем нанесения прекардиального удара, поскольку данная манипуляция осуществляется только специалистом медиком и то, в исключительных случаях. Манекен может работать в «Учебном» и «Тестовых» режимах. «Учебный» режим позволяет отрабатывать отдельные навыки проведения реанимации. «Тестовый» режим – одно из четырех соотношений ИВЛ и НМС при сердечно-легочной реанимации пострадавшего (например, 2 : 30, режим рекомендованный для взрослых).

Интерактивное обучение - это специальная форма организационно-познавательной деятельности, способ познания, осуществляемый в форме совместной деятельности обучающихся. Все участники взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации, оценивают действия других и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблемы. Одна из целей обучения состоит в создании комфортных условий, таких, при которых человек чувствует свою успешность, свою интеллектуальную состоятельность, что делает продуктивным сам процесс обучения. Все технологии интерактивного обучения делятся на не имитационные и имитационные. Не имитационные технологии не предполагают построение моделей изучаемого явления в деятельности.

При реализации интерактивных методов при обучении слушателей мероприятиям по оказанию первой помощи применяются имитационные технологии. В основе их лежит имитационно-игровое моделирование, т.е. воспроизведение в условиях обучения процессов, происходящих в реальной обстановке. Исходя из данных теоретических трактовок, реализация интерактивных методов обучения слушателей в системе гражданской обороны происходит в работе с малыми группами, что обеспечивает тесную взаимосвязь обучающихся и преподавателя. Тренажер «Максим» и обеспечивающие компьютерные программы реализуют имитационное моделирование мероприятий по оказанию первой помощи, реанимация может выполняться как в одиночном порядке, так и в группах (двойках, тройках) под руководством преподавателя.

К примеру, при отработке действий по реанимации в соотношении 1:5 ИВЛ и НМС, один из оказывающих помощь делает один вдох в легкие, затем другой производит пять компрессионных толчков грудины. Правильность действий обучающихся контролируется датчиками на пульте и табло, высвечивающимися зелеными сигналами. Учебные режимы тренажера, заложенные в компьютере, имитируют конкретные алгоритмы. Правильные действия обучаемых способствуют появлению у пострадавшего признаков жизни, на что и направлена реализация интерактивных методов при обучении слушателей при оказании первой помощи.

Выводы: Таким образом, интерактивные методы обучения слушателей, применяемые на курсах гражданской обороны по оказанию первой помощи, реализуются на перцептивном уровне, на основе формирования учебной мотивации, которая актуализирует в сознании обучающихся необходимость этих мероприятий. Они способствуют формированию практических умений и навыков, которые могут быть применены при возникновении чрезвычайной ситуации, где без оказания первой помощи не обойтись.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзуличанская Н. Н. Интерактивные методы обучения как средство формирования ключевых компетенций // Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2011 <http://technomag.edu.ru/doc/172651>.

2. Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Сыманюк Э.Э. Модернизация профессионального образования: Компетентностный подход. – М.: МПСИ, 2005. – 216 с.

УДК 378.016

В. Н. Лымарев¹, Д. Н. Дюнова²

¹Пермский военный институт ВНГ Российской Федерации

²Академия гражданской защиты МЧС России

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЛИЧНОСТНО - ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЛИЧНОСТИ ВОЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА В ВУЗАХ РОСГВАРДИИ

Аннотация: в статье предпринята попытка описать фундаментальные основы проблемы формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста в вузах Росгвардии. Материалом для анализа выступили различные научные источники, посвященные теоретическим детерминантам проблемы формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста в вузах Росгвардии.

Ключевые слова: военный специалист, мотивация, военно-профессиональная мотивация, теории деятельности, структура личности.

V. N. Lymarev, D. N. Dyunova

THE BASIS FOR FORMING THE STRUCTURE OF A PERSONALLY ORIENTED PERSON OF A MILITARY SPECIALIST IN THE HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF THE ROSGUARD

Abstract: the article attempts to describe the fundamental foundations of the problem of forming the structure of a personality-oriented personality of a military specialist in the universities of the Russian Guard. The material for the analysis was various scientific sources devoted to the theoretical determinants of the problem of forming the structure of a personality-oriented personality of a military specialist in the universities of the Russian Guard.

Keywords: military specialist, motivation, military-professional motivation, theories of activity, personality structure.

Развитие социума трактует возрастающие требования к формированию профессиональной мотивации обучающихся в военных образовательных учреждениях высшего образования Росгвардии, в том числе, к формированию личности посредством развития у личности военного специалиста необходимых

качеств профессионала. Эффективность формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста обусловлено современными общественно-политическими вызовами, стоящими перед страной и обществом. Успешность профессиональной деятельности отражает удовлетворенность военнослужащих войск Росгвардии в верном выборе своей профессии, нацеленность на успешное выполнение поставленных задач и высокое качество их выполнения. Успех проявляется и в мотивированности субъектов образовательного процесса военного вуза на познание современных принципов военно-профессиональной деятельности, искусства военного дела.

В общей проекции целесообразно определить следующие аспекты эффективной реализации обучающимися военных образовательных учреждений высшего образования Росгвардии профессиональной деятельности:

- социально-профессиональные, объединяющие направления военного образования и науки, направленные на интеграцию во внутреннюю сферу личностных характеристик обучающихся и формирующие профессиональные потребностные функции и мотивационную направленность с учетом установленных требований, в современных условиях деятельности войск;
- организационно-управленческие, способствующие совершенствованию процесса выявления оптимизированной для обучения курсантов военных учебных заведений среды, способствующей повышению качества формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии;
- личностные характеристики обучающихся, отражающие ценностно-ориентированные установки, мотивационную направленность военнослужащих на эффективное выполнение задач военной службы.

Осознавая всю серьезность и ответственность предстоящей военной службы, как особого вида профессиональной деятельности, субъектам образовательного процесса особое внимание необходимо уделять вопросам самообразования, развитию профессионального уровня и самореализации, что значительно повышает значимость процесса формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии.

Успешность профессиональной деятельности опирается на определенную профессиональную сферу окружения военнослужащего, где результаты практического выполнения должностных и специальных обязанностей находятся во взаимосвязи с качеством практической направленности выполнения задач другими военнослужащими.

Субъективные условия профессионального развития структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста, мотивированной на качественное овладение выбранной профессией, основаны на формируемых в процессе учебы и совершенствующихся в период прохождения военной службы профессиональных стремлениях, личностных характеристиках субъекта образовательного процесса. К субъективным условиям можно отнести мотивационную сферу обучающихся, уровнем функционирования которой определяется внутренний потенциал военнослужащего, отражающий степень (характеристику) его профессионального самосознания (поведения). Под мотивационной сферой структуры личности субъекта образовательного процесса мы понимаем комплекс необходимых мер, способствующих к направлению действий обучающегося в целях удовлетворения потребностей субъекта образовательного процесса.

Применение теорий профессиональной мотивации в реальных процессах, связанных с профессиональной деятельностью, с проявлением профессионального потенциала, возможно с учетом различных аспектов мотивационного процесса и его содержательных элементов. При изучении теорий профессиональной мотивации нас в первую очередь интересует их прикладной аспект и возможность использовать теорию для повышения военно-профессиональной мотивации субъектов образовательного процесса.

Перейдем к характеристике представлений ученых на феномен «профессиональной мотивации». В мотивации описываются возможности удовлетворения возникших потребностей, предстоящие конкретные формы поведения и виды деятельности человека [5].

Так С.Н. Силина и К.А. Новоселов под профессиональной мотивацией понимают «действие конкретных побуждений, обуславливающих выбор профессии и продолжительное выполнение обязанностей, связанных с этой профессией. Данный вид мотивации формируется под влиянием факторов окружающей действительности и работы по профориентации» [5, с. 237].

Структура личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии с одной стороны является относительно устойчивой, с другой изменчива и подлежит влиянию внешних и внутренних факторов [2]. Профессиональная мотивация оказывает значительное влияние на результативность профессиональной деятельности, обуславливает успешность в ней. При этом существует устойчивая тенденция, свидетельствующая о том, что в обыденной профессиональной деятельности наилучшие результаты достигаются при среднем уровне профессиональной мотивации [4].

В ходе обучения в вузе субъектам образовательного процесса необходимо найти привлекательные черты, в дальнейшем стимулирующие их в достижении профессиональных целей. В процессе формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста следует исходить из представления, что всеобъемлющая и универсальная теория профессиональной мотивации в настоящее время отсутствует. При разработке концепции военно-профессиональной мотивации мы опирались на ряд положений:

1) разрабатывая методологическую основу концепции формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии следует опираться не на одну теорию, а на ключевые положения различных теорий, которые возможно применить в рамках данного исследования;

2) в существующем виде теории профессиональной мотивации не применим к личности субъекта образовательного процесса, так как не учитывают специфику их будущей военно-профессиональной деятельности;

3) проблему формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии невозможно разрешить единожды, ее необходимо разрешать с учетом изменяющихся условий общества, экономики страны, динамично трансформирующихся ценностных ориентаций курсантов.

Система мотивации выступает основополагающей для профессиональной деятельности, обуславливая актуальность проблемы своего изучения. Под профессиональной мотивацией субъектов образовательного процесса мы понимаем упорядоченное иерархическое образование, формирующее профессионально необходимые качества личности и определяющее выбор своей будущей профессии.

Практические аспекты проблемы формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста привели нас к необходимости анализа теорий деятельности, так как процесс формирования всегда связан с целенаправленной и организованной деятельностью. Основопологающим для данного исследования является представление о феномене «деятельность» Л. фон. Мозеса, который рассматривает деятельность, как «целеструемленное поведение, осмысленную реакцию субъекта на раздражение и условия среды, целеструемленное поведение, которое резко констатирует с бессознательным, т.е. произвольными реакциями и рефлексамии» [3, с. 14].

Имея социальную основу и будучи специфической формой человеческого отношения к миру (преобразование окружающей действительности в соответствии с собственным замыслом), деятельность образует фундамент не только психического развития, но и процесса формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии, который без нее невозможен. В процессе формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии деятельностный подход «исходит из представления о единстве личности с деятельностью, проявляется в многообразии форм деятельности, которые осуществляются с целью изменения в структуре личности» [1, с. 53].

Таким образом, теории профессиональной мотивации и теория деятельности выступают фундаментальной основой концепции формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии, отдельные аспекты теорий профессиональной мотивации выступают методологической основой разрабатываемой концепции:

1) Исследование проблемы формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии, в первую очередь опирается на уже накопленный пласт знаний и научных исследований, обуславливающих степень изученности проблемы.

2) Теории профессиональной мотивации имеют прикладное значение для данного исследования, различные аспекты каждой из них будут учтены при разработке концепции формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии.

3) Процесс формирования структуры личностно-ориентированной личности военного специалиста Росгвардии реализуется во всех видах деятельности (познавательной, учебной, трудовой, военно-профессиональной и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вербицкий А. А., Ларионова О.Г.* Гуманизация, компетентность, контекст – поиски оснований интеграции // Вестник высшей школы. 2006. № 5. С. 19-25.
2. *Ковтуненко Л. В., Брюхов Е. Н., Калач Е. В.* Развитие учебно-профессиональной мотивации как компонента профессиональной мобильности курсантов - будущих специалистов в сфере безопасности жизнедеятельности // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. 2019. № 4. С. 45-49.
3. Мизес, Л. фон Человеческая деятельность: трактат по экономической теории / Людвиг фон Мизес. – М. Челябинск: Социум, 2018. – 878 с.
4. *Прокофьева В.А.* К вопросу мотивации военно-профессиональной деятельности и ценностных ориентаций курсантов военной образовательной

организации высшего образования // Вестник Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии. 2020. № 2 (11). С. 79-84.

5. *Силина С. Н., Новоселов К. А.* Теоретическое и эмпирическое исследование профессиональной мотивации курсантов морских университетов // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. 2019. № 4 (50). С. 233-242.

УДК 378

Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация: в статье представлен опыт применения различных дистанционных методов проведения лабораторных работ по дисциплине «Теория горения и взрыва».

Ключевые слова: онлайн-занятия, видео демонстрация, лабораторная работа, пожарно-техническая экспертиза.

T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

METHODOLOGY FOR CARRYING OUT LABORATORY WORKS USING REMOTE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

Abstract: the article presents the experience of using various remote methods for conducting laboratory work in the discipline "Theory of combustion and explosion".

Keywords: online classes, video demonstration, laboratory work, fire and technical expertise.

В настоящее время все более широкое распространение получает дистанционный формат проведения занятий с применением информационно-коммуникационных технологий. Применение в образовательных организациях высшего образования дистанционных методов обучения, имеет как свои преимущества, так и недостатки по сравнению с традиционными формами [1].

Форма обучения в виде онлайн-занятий – современная, интересная и востребованная, отвечающая потребностям времени и запросам обучающихся. Онлайн-занятия с развитием информационно-коммуникационных технологий успешно интегрируются во всех сферах образовательной деятельности.

В Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России в связи с распространением новой коронавирусной инфекции «COVID-2019» занятия со слушателями факультета заочного обучения были полностью переведены в

дистанционный формат. Учебным планом по дисциплине «Теория горения и взрыва» предусмотрено проведение лабораторных работ, которые преследуют цель закрепить у обучающихся знания о параметрах возникновения, распространения и прекращения процесса горения, а также отработки практических умений и навыков при работе с лабораторным оборудованием. Для лабораторных работ характерно преобладание продуктивно-преобразовательной деятельности обучающихся. Лабораторные работы по дисциплине «Теория горения и взрыва» имеют исследовательскую направленность, благодаря чему у обучающихся развивается умение профессионально и нестандартно мыслить. Это умение составляет основу эффективного творческого использования системного подхода к исследованию процессов и явлений [2–3], решения творческих задач, принятия ответственного решения и организации их выполнения, навыков самостоятельной практической работы.

Поэтому остро встал вопрос о том в какой форме эффективно провести данный вид занятий при дистанционном обучении, когда обучающиеся не имеют возможности непосредственно на практике (в лаборатории) провести эксперименты, поработать с лабораторным оборудованием.

Одной из форм проведения лабораторных работ в дистанционной форме является демонстрация видео роликов с заранее снятыми лабораторными работами, с последующей обработкой полученных экспериментальных данных и формулировкой выводов. Нами разработаны и используются в учебном процессе видеоролики лабораторных работ по темам «Установление зависимости между химическим составом вещества и характером свечения пламени», «Самовозгорание масел», «Химическое самовозгорание», «Определение эффективности огнезащитных покрытий» и ряд других. Видеодемонстрация лабораторных работ дает возможность преподавателю наглядно подтвердить теоретические положения, изученные в рамках лекций. Недостатками такой формы поведения лабораторного занятия являются невозможность оперативного внесения корректировок в проведение эксперимента, общения между обучающимися и преподавателем без остановки видеоролика; обучающиеся могут лишь наблюдать и анализировать демонстрируемый материал.

К преимуществам демонстрации видеороликов относятся следующие:

- эксперимент виден подробно крупным планом всем обучающимся;
- ролик можно просмотреть несколько раз, использовать «стоп-кадр»;
- исключается вероятность неудачно выполненного опыта.

Наиболее предпочтительным, с нашей точки зрения, является проведение лабораторной работы в онлайн-режиме непосредственно из лаборатории. При этом преподаватель с помощью смартфона, установленного на штативе, общается с учебной группой, совместно с обучающимися обсуждает теоретические основы, демонстрирует порядок работы на лабораторном оборудовании, преподаватель выполняет эксперимент, результаты которого сразу комментирует. Обучающиеся на протяжении всего занятия могут свободно задавать преподавателю уточняющие вопросы, а также отвечать на его вопросы. Они также в онлайн-режиме выполняют при необходимости предварительные расчеты, математическую обработку экспериментальных данных и сразу обсуждают с преподавателем полученные результаты, формулируют выводы.

Преимущества такой организации проведения занятий заключаются в следующем:

- существует возможность изменять для разных учебных групп на курсе исследуемые в ходе лабораторной работы вещества, что исключает возможность списывания результатов и выводов;
- преподаватель имеет возможность оперативно корректировать рассуждения, расчеты и выводы обучающихся, устраняя недопонимание, ошибки;
- обучающиеся лучше усваивают учебную информацию, закрепляя ее сразу на практике.

При данной форме проведения лабораторного занятия обучающиеся не являются пассивными наблюдателями проведения опытов. Они осознанно воспринимают излагаемый материал, так как преподаватель, демонстрируя опыт, сопровождает его подробными объяснениями, оперативно отвечает на возникающие у обучающихся вопросы. В этом случае все приемы и действия преподавателя воспринимаются не как непонятные манипуляции, а как необходимость, без которой выполнить опыт практически невозможно.

Однако, все же следует отметить, что основным недостатком проведения лабораторных работ в дистанционной форме является то, что они не вырабатывают экспериментальные умения и практические навыки работы с оборудованием. Поэтому не могут служить полноценной заменой лабораторных занятий в очной форме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Никитина С.А., Мочалова Т.А., Комельков В.А.* Дистанционное обучение в вузе: плюсы и минусы. // Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново. – 2021. – С. 317-321.
2. *Образцов П. И., Косухин В. М.* Дидактика высшей военной школы: Учебное пособие. – Орел: Академия Спецсвязи России. – 2004. – 317 с.
3. *Мочалова Т.А., Сторонкина О.Е.* Организация проведения лабораторных работ по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» для студентов, обучающихся по специальности 40.05.03 - Судебная экспертиза // Актуальные вопросы пожаротушения. Сборник материалов Всероссийского круглого стола. – 2020. – С. 101-104.

УДК 502.504

И. Ю. Олтян, Э. С. Цховребов

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ,
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ КАДРОВ
В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ,
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Аннотация: предложены пути и механизмы развития системы экологического образования, повышения квалификации кадров в области обеспечения экологической безопасности, предупреждения чрезвычайных ситуаций экологического характера.

Ключевые слова: экологическая безопасность, чрезвычайные ситуации, экологическое образование, повышение квалификации кадров.

I. Yu. Oltyan, E. S. Tshovrebov

**DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF ENVIRONMENTAL EDUCATION,
ADVANCED TRAINING OF PERSONNEL IN THE FIELD
OF ENVIRONMENTAL SAFETY, PREVENTION OF EMERGENCIES**

Abstract: the ways and mechanisms of development of the system of environmental education, professional development of personnel in the field of environmental safety, prevention of environmental emergencies are proposed.

Keywords: environmental safety, emergencies, environmental education, advanced training of personnel.

Введение

В соответствии с положениями экологического законодательства, в целях реализации стратегических направлений: экологической безопасности, улучшения системы управления, регулирования ресурсосберегающей, природоохранной деятельности, повышения квалификации руководителей и специалистов органов власти необходимо усиление роли социальных и гуманитарных аспектов экологического образования [1–4].

В соответствии со Стратегией экологической безопасности России, разработка и реализация эффективных схем, развитие технологий и средств предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС) определены в качестве важнейшей меры противодействия угрозам экологической безопасности. Таким образом, в правовом поле установлена тесная причинно-следственная взаимосвязь стратегических национальных целей обеспечения экологической безопасности с реализацией государственной задачи предупреждения ЧС, защиты населения и территорий от их возможных последствий.

Развитие системы экологического образования, переподготовки, повышения квалификации кадров в означенной предметной области определено в вышеназванной

Стратегии в качестве одного из приоритетных направлений по решению задач по достижению экологической безопасности.

Большое значение при этом имеет организация эффективной научно-образовательной деятельности в сфере мониторинга, предупреждения ЧС. Такие разработки на научно-технической платформе Федерального центра науки и высоких технологий реализуются во ВНИИ ГО ЧС (ФЦ) МЧС России [1-3].

Результаты исследования

В целях развития экологического образования в системе МЧС России создана учебно-методическая разработка по проведению учебных занятий по новой тематике междисциплинарного характера «Обеспечение экологической безопасности, предупреждение ЧС экологического плана».

По мнению авторов, экологическая ЧС может быть охарактеризована как обстановка, сложившаяся на конкретной территории либо акватории в результате образования источника ЧС, который повлек или может повлечь за собой уничтожение экологических систем или природных объектов, сокращение продолжительности жизни, ухудшение здоровья населения.

С учетом поставленной цели в части повышения квалификации управленческих, инженерно-технических кадров системы МЧС России в области обеспечения экологической безопасности, предупреждения ЧС с опасными экологическими последствиями основными задачами предлагаемого курса лекционных, практических и индивидуальных занятий послужили:

- а) получение необходимого объема систематизированных теоретических знаний в предметной области обеспечения экологической безопасности, прогнозирования и предупреждения экологических ЧС;
- б) формирование теоретической базы для последующего полноценного и успешного усвоения обучающимися учебного материала

План курса лекций охватывает следующие проблемные вопросы в изучаемой предметной области:

1. Основные понятия в области обеспечения экологической безопасности, предупреждения экологических ЧС.
2. ЧС: причины, условия возникновения, классификация и характеристики.
3. Критерии отнесения к экологическим чрезвычайным ситуациям.
4. Зонирование территорий возможного образования и распространения чрезвычайных экологических ситуаций.
5. Предупреждение экологических ЧС, основы экологического прогнозирования

В основной части очной традиционной (информационной) лекции по рассматриваемому спектру вопросов отражено: формулирование проблемы; основные понятия, суть, содержание изучаемого вопроса, выводы по разделам.

На семинарских занятиях проводится проверка самостоятельной работы обучающихся, формирование навыков научно-исследовательской работы, умения сформулировать и высказать свое собственное мнение по проблематике обеспечения экологической безопасности и предупреждения экологических ЧС.

В ходе обучения проводятся семинары, различные а) по дидактической цели (повторение, систематизация ранее полученных знаний; нацеленные на получение новых знаний, углубление и расширение ранее изученного материала; итоговые семинары с обобщением материала по учебной дисциплине; формирующие умения применять полученные теоретические знания для решения практических задач;

смешанного вида, на которых обобщение и систематизация сочетаются с изучением нового материала; б) по дидактическим приемам (на основе рефератов, докладов, сообщений (по плану с докладчиками); собеседования (без заранее подготовленных докладчиков); по изучению первоисточников с разбором конкретной проблемы, ситуации; диспут; дискуссия (проблемный); исследование; разбор кейсов (ситуационный анализ); круглый стол; коллоквиум; семинар-экскурсия; конференция (итоговая).

В целях повышения эффективности восприятия и повышения уровня усвояемости теоретического материала слушателями при проведении практических и семинарских занятий применен ряд ранее разработанных новаций при планировании и осуществлении учебного процесса [5].

В настоящее время стала очевидной целесообразность обучения в процессе коммуникативного общения с учетом межличностных связей: «преподаватель - группа», «преподаватель - слушатель», «слушатель - группа», «слушатель - слушатель». Накопленный опыт обучения слушателей в рамках означенных тем курсов показал наличие широких возможностей для активизации и повышения эффективности учебного процесса при использовании дискуссионных методов проведения занятий, состязательных либо индивидуальных, а также тестовых заданий, различных видов игр.

Содержание процесса применения известных педагогических методов в новом формате в рамках курса «Экологическая безопасность и предупреждение ЧС экологического характера» раскрыто в таблице.

Важным элементом учебного процесса послужили правильно поставленные вопросы для самоконтроля в рамках проверки восприятия темы учебной дисциплины в полном объеме.

По окончании курса теоретической подготовки слушателям предлагаются рекомендации для самостоятельного изучения темы, а также задания для индивидуальной работы.

1. Сформулировать понятие «чрезвычайная экологическая ситуация», не установленного в законодательстве.

2. Дать предложения по включению нового термина в законодательные акты в целях совершенствования правового регулирования предметной области.

3. Предложить новые либо усовершенствованные критерии отнесения событий к категории «чрезвычайная экологическая ситуация»

4. Предложить систему документов по стандартизации, регулирующей в полной мере вопросы обеспечения экологической безопасности, прогнозирования, предупреждения ЧС экологического характера

5. Разработать механизм оптимизации и повышения эффективности экологического прогнозирования, прогнозов экологических ЧС.

6. Определить перечень задач в области обеспечения экологической безопасности, предупреждения и прогнозирования ЧС экологического характера, которые могли бы быть отнесены к полномочиям МЧС России с учетом компетенции и сферы деятельности федерального ведомства, а также сложившихся в настоящее время противоречий и недостатков в правовом регулировании означенной предметной области, с учетом низкого уровня эффективности решения актуальной проблемы природоохранными органами.

Таблица. Содержание процесса применения известных педагогических методов в новом формате в рамках курса «Экологическая безопасность и предупреждение ЧС экологического характера»

Наименование метода	Содержание процесса	Методический результат
Дискуссия групповая тематическая	В качестве объекта дискуссии могут выступать специально сформулированные вопросы темы, реальные события из профессиональной практики. Предметом дискуссии служат соревнования в форме ролевых рассуждений является процесс проверки, либо экологическое правонарушение, которое потенциально может перерасти в ЧС, меры и действия в области мониторинга, прогнозирования, действий федеральных, региональных, местных органов власти. В конце дискуссии объявляются результаты, комментируются с точки зрения норм законодательства. В заключение - коллективное обсуждение и системный анализ этапов дискуссии, результатов и принятых решений.	Повышение мотивации участников в решении обсуждаемых проблем. Дает эмоциональный толчок к поисковой активности слушателей, что, реализуется в их конкретных действиях.
Групповое обсуждение	Применены авторские разработки на базе компьютерных технологий. Одной из таких новаций является компьютерный вариант интеллектуального шоу «Что, где, когда?». Формируется группа участников, избирается капитан команды «знатоков» из наиболее профессионально подготовленных обучающихся. После всех вступительных атрибутов игры с показом слайдов, голоса ведущего из известного телевизионного шоу, слушатели погружаются в атмосферу известной телепередачи, становятся ее виртуальными участниками. Партнерам групповой дискуссии в ходе обсуждения разрешено пользоваться любой литературой. Круг предлагаемых на обсуждение вопросов носит исключительно профессиональный характер и охватывает всевозможные проблемы обеспечения экологической безопасности, предупреждения, прогнозирования мониторинга ЧС с экологическими последствиями.	Способствует формулированию слушателями собственной точки зрения, развитию инициативы. Получение навыков обобщать полученные на лекциях знания, активизировать процесс аналитического, ассоциативного мышления.
Операционные игры	Проведение всевозможных экологических расчетов: сбросов, выбросов веществ, размещения токсичных отходов, рисков. зон потенциального распространения и воздействия последствий экологических ЧС. В операционных играх моделируется деловой процесс, прививаются навыки использования программного обеспечения	Практическая отработка различных операций, связанных с профессиональной деятельностью в сфере экобезопасности и предупреждения ЧС

В рамках подведения итогов проведения лекций и иных видов занятий исследуется полнота реализации поставленных целей и задач. Разработан комплекс психолого-педагогических условий для развития коммуникативных умений слушателей в рамках закрепления лекционного материала.

- использование на практических и семинарских занятиях специальной системы заданий и упражнений, в которых развитие коммуникативных умений в процессе экологических отношений рассматривается как методическая задача;
- погружение в коммуникативную среду в рамках диалоговых режимов с применением информационно-компьютерных технологий;
- формирование образа грамотного, профессионального руководителя, эксперта, специалиста с использованием ролевых игр, рефлексивных заданий;
- создание положительной мотивации в изучении лекционного материала, занятий по самоподготовке, активного участия в семинарах;
- учет профессионального опыта, подготовки, а также сферы деятельности и полномочий в соответствии с занимаемой должностью обучающегося;
- учет фактора экологического воспитания как элемента становления личностных качеств образованного человека.

Всесторонний анализ и учет указанных условий способствует развитию коммуникативных умений слушателей в процессе обучения, повышению активности в коммуникативной деятельности, повышению уровня усвояемости материала по экобезопасности во взаимосвязи с экономическими, правовыми, техническими отраслями знаний, усилению интереса к экологической информации, в первую очередь, связанной с экологическими правами и обязанностями граждан, юридических и должностных лиц. Развивается желание и потребность обучающихся руководителей и специалистов как субъектов коммуникативной деятельности к дальнейшему совершенствованию в данной области знаний, а также их гражданской позиции в отношении экологических проблем в стране.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

В результате изучения теоретического курса и его закрепления на занятиях с применением предлагаемых новаций обучающиеся в полном объеме усваивают тематику дисциплины. Внедренный комплекс методов обучения способствует значительному повышению качества и эффективности образовательного процесса, подготовке квалифицированных, компетентных специалистов в междисциплинарной предметной области.

По итогам усвоения лекционного материала, самостоятельной работы по изучению тематики планируются следующие качественные результаты:

- а) сформирована теоретическая база для полноценного и успешного усвоения обучающимися учебного материала в предметной области обеспечения экологической безопасности и предупреждения экологических ЧС;
- б) слушателями в полном объеме поняты и уяснены основные вопросы, изложенные в ходе теоретических занятий:
 - экологическая безопасность – основополагающее условие устойчивого социально-экономического развития;
 - наличие тесной взаимосвязи реализации стратегического приоритета обеспечения экобезопасности и развития системы предупреждения ЧЭС, их последствий в качестве важнейшей задачи в сфере национальной безопасности;

- прогнозирование, своевременное выявление, предотвращение чрезвычайных экологических ситуаций, их последствий являются приоритетным направлением обеспечения экологической безопасности;

- основой достижения экобезопасной жизнедеятельности служит неукоснительное соблюдение гражданами, должностными лицами требований в области предупреждения ЧС, природоохранных, санитарных, технических, градостроительных, противопожарных норм, правил, стандартов, нормативов в процессе жизнедеятельности, наличие ресурсосберегающего мышления, стиля поведения, высокого уровня экологической культуры и образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Олтян И.Ю., Балер М.А.* Воспроизводство научных кадров в научно-исследовательской организации: состояние, современные вызовы, перспективы // В сборнике: Актуальные вопросы подготовки кадров в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Сборник трудов Всероссийской научно-практ. конференции. Химки, 2022. С. 15-19.

2. *Олтян И.Ю., Арефьева Е.В., Григорьев В.Н.* О подготовке и аттестации кадров высшей квалификации в области гражданской обороны и безопасности в чрезвычайных ситуациях в МЧС России // Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19. № 5. С. 98-105.

3. *Цховребов Э.С.* Современные методы обучения руководителей и специалистов в области экологической безопасности и охраны окружающей среды / В.М. Мирошниченко, В.В. Кученко, С.Н. Сидоренко, Э.С. Цховребов // Вестник РУДН. 2013. № 2 С. 105-111.

4. *Цховребов Э.С.* Правовые аспекты обеспечения экологической безопасности // ЭКОС. 2006. № 3. С. 13-19.

УДК 159.9

*Д. В. Савин, А. Н. Ниткин, Е. С. Чумаков, В. В. Кичайкин, М. В. Винокуров,
Д. С. Белов*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Аннотация: в данной статье рассмотрено влияние чрезвычайных ситуаций на психологию поведения человека.

Ключевые слова: страх, паника, руководство, экстремальная ситуация, поведение людей.

*D. V. Savin, A. N. Nitkin, E. S. Chumakov, V. V. Kychaykin, M. V. Vinokurov,
D. S. Belov*

INFORMATION SUPPORT OF THE POPULATION IN EXTREME SITUATIONS

Abstract: this article examines the impact of emergency situations on the psychology of human behavior.

Keywords: fear, panic, leadership, extreme situation, people's behavior.

Психологию поведения человека при чрезвычайных происшествиях необходимо изучать для подготовки спасательных формирований, а также людей к работе в сложных ситуациях.

При изучении поведения человека в чрезвычайных условиях, особое внимание выделяется страху. В повседневной деятельности людям периодически приходится испытывать чувство страха при преодолении опасности, которая угрожает его жизни. Страхом является краткосрочное или долгосрочное эмоциональное воздействие, возникаемое настоящей или мнимой опасностью. Страх – это знак тревоги, но не обычной тревоги, а предупреждение, вызывающее оборонительные действия человека.

В результате страха у человека появляются неприятные эмоциональные ощущения. Но страх дает сигнал к защите (индивидуальной, общей), главная цель которого — продлить свою жизнь.

Зачастую, необдуманные и безрассудные действия людей являются частой реакцией на возникшую опасность.

Большую опасность для людей оказывают факторы, которые могут повлечь за собой их гибель. К таким факторам относятся высокоагрессивные воздействия – физические и биологические факторы, перепады температур, радиоактивные излучения. Для защиты от вышеуказанных факторов, требуется различные индивидуальные или коллективные способы защиты. К ним относятся: убежать или защититься от опасности, наступление человеком на предполагаемый источник опасности.

Групповое поведение людей в экстремальных ситуациях – это поведение большинства лиц, которые оказались в группе, попавших в опасную ситуацию и затрагивает интересы всех присутствующих. Все это объединено с реальным или возможным материальным ущербом, гибелью людей и характеризуется возможными общественными беспорядками [1].

Групповое поведение людей объединено с одним событием, и зависит от факторов, связанных с коллективным умонастроением, и ни в коем случае не с личными свойствами психики. Об этом нас информирует статистика трагедий, действия спасателей, общее поведение населения, которое выжило при возникших стихийных бедствиях.

Поведение людей при стихийных бедствиях подразделяется на два вида.

Ситуации приспособленного, адаптивного поведения общества с психическим контролем и руководством эмоционального состояния поведения. В большем количестве опасных ситуаций аномального поведения людей не происходило и наблюдалась адаптация людей к сложившимся условиям. При этом удерживалось спокойствие, выполнялись мероприятия по спасению и взаимопомощи, а также

восстановление мирной жизни. Такое поведение складывается при четком выполнении указаний руководителей.

Ситуации аномального (негативного) характера обуславливаются невозможностью адаптации к сложившейся обстановке. В таких случаях люди действуют нерационально, и своим опасным поведением могут увеличить количество жертв и нарушить без того беспокойный общественный порядок. В этот момент может произойти всеобщая заторможенность, когда группа людей становится беспомощной и растерявшейся, потерявшей самообладание. Частным явлением становится паника. Паника превращается в беспорядочное бегство, когда человек теряет рассудок. В этот момент человеком управляет сознание примитивного уровня, которое сопровождается безумием, в особенности, когда на пути бегства появляются преграды, прохождение которых приносит большое количество жертв [2].

Паника встречается и у людей, находящихся в закрытых помещениях со сложной планировкой, тогда у человека возникает чувство угрозы жизни. В этом случае они считают, что спастись невозможно, моментом овладевают чувством страха.

В плане психологическом паника очень заразна. Она характеризуется появлением стадного инстинкта. Нужно помнить, что принятие мер предосторожности может снизить возможность возникновения паники.

Меры профилактики паники:

- проведение анализа особенностей возникновения индивидуальной и коллективной паники;
- проведение профотбора лиц, замещающих должности руководителей трудовых коллективов;
- индивидуально-воспитательная работа по формированию в сознании людей осторожности.

Деловая занятость людей и проявление организованности действий занимает особое место в профилактике страха. В экстремальной ситуации необходимо изолировать людей, которые вызывают и наводят страх, а также вовлекают людей в опасность.

Одной из главных целей во время катастроф – сохранение спокойствия и разумные действия. Достичь этого возможно информационным способом. Управление массой людей является основой профилактики паники. Если массой людей управляет грамотный руководитель, то люди способны сохранять спокойствие, сознательные действия, которые сохраняют жизнь себе и окружающим (рисунок.).



Рисунок. Управление людьми при эвакуации

Применение громкоговорящих устройств, а также системы оповещений помогает руководить массой. Данные устройства обеспечивают безопасность лицам, находящимся в кризисной ситуации. Через них передаются сообщения о необходимых действиях и выходе из опасной зоны [1].

Воздействие на людей через информационные источники. Подлинный источник информации в период катастроф связывается у людей с центральным для данного района органом исполнительной власти. Для профилактики панических настроений среди населения, целесообразно главам органов местной власти укреплять информационными запасами. Если информации о ситуации для населения недостаточно, среди людей появляются слухи и дезинформация.

Информация, поступающая из достоверного источника успокаивает людей. Люди ждут, исключительно правдивую информацию, которую говорят власти или компетентные органы. В большей степени спокойно себя чувствуют люди, которые близко расположены к источнику информации, возможно, даже не самой надежной.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что требуется создание профессиональной психологической помощи, направленной на защиту и формирование личностного потенциала людей, находящихся в экстремальных ситуациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мерзлякова Д.Р. Психологическая устойчивость человека в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2014. – 205 с.
2. Гуренкова Т.Н., И.Н. Елисеева, Т.Ю. Кузнецова и др. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных/ под общ.ред. Ю.С. Шойгу. М.:Смысл, 2007. – 319 с.

УДК 378.2

Н. А. Стрежнев, Д. С. Марков

Ивановский государственный университет (Шуйский филиал)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНЫХ ЭКСКУРСИЙ НА ОЗЕРНО-БОЛОТНЫЕ ЛАНДШАФТЫ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФГОС

Аннотация: в статье приводятся результаты исследования по анализу методических условий проведения экскурсий на озерно-болотные ландшафты в условиях реализации основных положений ФГОС, а также выявлению педагогических затруднений, возникающих у учителей географии.

Ключевые слова: учебная экскурсия, педагогические технологии, результаты обучения, озерно-болотные ландшафты, мотивация.

N. A. Syrejnev, D. S. Markov

METHODOLOGICAL CONDITIONS FOR CONDUCTING EDUCATIONAL EXCURSIONS TO LAKE AND MARSH LANDSCAPES IN THE CONTEXT OF THE IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARD

Abstract: the article presents the results of a study on the analysis of the methodological conditions for conducting excursions to lake-marsh landscapes in the context of the implementation of the main provisions of the Federal State Educational Standard, as well as the identification of pedagogical difficulties that arise for teachers of geography.

Keywords: educational excursion, pedagogical technologies, learning outcomes, lake and marsh landscapes, motivation.

Современная система образования динамично развивается в направлении реализации комплексного подхода к обучению и воспитанию школьников. В аспекте реализации основных положений системно-деятельностного подхода, лежащего в основе Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС), в образовательной практике должны реализовываться различные направления образовательной деятельности, направленные на достижение предметных, метапредметных и личностных результатов обучения [3]. Одной из наиболее эффективных педагогических технологий является организация проектной деятельности обучающихся, реализованная в форме учебных экскурсий, при этом наибольшим образовательным потенциалом обладают экскурсии на озера и болота [1]. Учебные географические экскурсии на озерно-болотные ландшафты позволяют эффективно реализовывать метапредметные и личностные результаты обучения, поскольку они являются важным методом воспитания и обучения в рамках внеклассной работы со школьниками. Исходя из этого целью настоящей работы является анализ методических условий проведения экскурсий на озерно-болотные ландшафты в условиях реализации основных положений ФГОС.

Современные школьники живут в условиях информационного общества, они активно пользуются телекоммуникационными технологиями, могут эффективно знакомиться с интересующими их природными объектами посредством просмотра видеороликов, чтением статей, подкастов, образовательных фильмов, картинок, схем, а также виртуальных экскурсий. Эти формы организации учебных занятий, становящиеся уже традиционными, импонируют большому количеству учителей, поскольку имеют ряд достоинств и упрощений, позволяющих оптимизировать процесс обучения и воспитания. Среди основных методических преимуществ традиционных уроков географии можно выделить: *стационарность* (изучение выбранных природных ландшафтов без затрат энергии и материальных ресурсов); *безопасность* (отсутствие потенциальной угрозы здоровью и жизни обучающихся); *отсутствие бюрократизма*, связанного с необходимостью заполнения различных документов и разработки специальных учебных материалов. Эти компоненты позволяют учителям сделать выбор в пользу изучения ландшафтов в классе или в форме кружковой работы, без выхода на природные объекты. При этом образовательная практика показывает, что без реального включения школьников в решение проблемных ситуаций реального мира, непосредственно связанных, прежде

всего, с экологическими проблемами и оценкой состояния ландшафтов, невозможно на основании одних лишь абстрактных рассуждений представить среду места жизни человека и систему связей и реакций, которая проявляется в окружающей среде [2].

Учебные географические экскурсии позволяют развивать основные предметные и метапредметные результаты обучения, при этом они являются эффективным инструментом достижения и личностных результатов обучения. Принципиально важно показать школьнику эстетику окружающей среды в том виде, в котором она существует в реальности, развивать чувство причастности к коллективной деятельности. Важной составляющей проведения учебных географических экскурсий является патриотическая направленность этих мероприятий. Критически важно ориентировать школьников в направлении понимания богатства и обширности своей малой Родины как части Российской Федерации в целом. Также важно помнить, что определение важности рационального использования ресурсов выбранных для изучения природных ландшафтов является важной задачей в аспекте базовых положений концепции устойчивого развития, которые учитель географии должен сформировать у обучающихся на протяжении всей экскурсионной работы [1].

С учётом вышеназванных обстоятельств нами было проведено анкетирование среди учителей географии Ивановской области в аспекте необходимости организации и проведения учебных географических экскурсий на озёрно-болотные ландшафты. В данном исследовании принимали участие более 120 учителей разных возрастных категорий и педагогического стажа. Основным методом исследования было анкетирование, проведенное с использованием сервиса GoogleForms. Анализ результатов опроса показал, что в большинстве своем учителями географии являются женщины в возрасте от 37 до 71 года и общим педагогическим стажем по географии от 4 до 46 лет.

Все респонденты понимают необходимость использования учебной географической экскурсии, как важного элемента учебной деятельности. Также стоит отметить, что мнения учителей разделились по поводу места экскурсии в системе общего образования. Около 50 % опрошенных указывают на «промежуточное» значение экскурсии, при этом 36 % считают их значение «важным», «второстепенное» значение отмечено 14 % от общего числа респондентов.

Важным результатом исследования стал анализ видов учебных географических экскурсий, использованных в педагогической практике учителями-предметниками. Выявлено, что 86 % опрошенных учителей проводят экскурсии на культурные и социально-экономические объекты, 21 % проводит изучение гидрологических объектов, таких как реки и родники, и всего лишь 1 % – на озёра и болота соответственно.

Частота проведения учителями экскурсии на указанные объекты разделилась на такие категории, как редкая организация – 43 %, отсутствие организации – 36 % и частая организация – 21 %. Нужно отметить, что последняя категория педагогов указала количество проведенных экскурсий от 1 до 2 в год.

Респонденты по-разному выбирали объекты экскурсии для эффективной реализации образовательной программы. Прежде всего, определено, что 58 % выбрали речной ландшафт, а 14 % – все гидрологические объекты (из них на озеро – 7 %, на болото – 7 %).

Относительно мотивации обучающихся к изучению предмета после проведения экскурсии 93 % учителей отметили положительные изменения в мотивации школьников, причём 64 % педагогов отметили прирост качества знаний в диапазоне от 50 до 100 %.

Методические затруднения при организации и проведении учебных географических экскурсий в значительной степени связаны с незнанием региональных озёр и болот, с отсутствием современных методических рекомендаций по организации и проведению учебных географических экскурсий, применению и наличию учебного инвентаря, методических пособий и дополнительных материалов по тематике экскурсий. Только незначительное количество педагогов указали на отсутствие методических затруднений. 27 % педагогов указали на отсутствие учебного времени на проведение экскурсий на озёрно-болотные ландшафты.

В целом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в большей степени учителя-предметники понимают важность проведения учебных географических экскурсий на озёра и болота, но часто не придают должного внимания учебно-воспитательному потенциалу этих объектов, в первую очередь по причине необходимости соблюдения правил техники безопасности и потенциальной опасности данной формы проведения учебных занятий. Именно потому принципиально важно показывать и апробировать методически оправданные формы проведения экскурсий на озера и болота в соответствии со всеми нормами, материальным и методическим обеспечением, грамотной подачей и последующей рефлексией, способствующими повышению интереса к учебной деятельности в целом и изучению географии в частности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Винокурова Н.Ф., Фадеева Е.А., Асташина Д.А.* Географическое краеведение как средство формирования у учащихся эстетического отношения к природе // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – №3. – С. 37-40.
2. *Грушина Т.П., Кабанов А.М.* Применение технологии образовательного туризма в преподавании географии в школе // Современное педагогическое образование. – 2022. – № 2. – С. 164-167.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. приказом Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. №287) // Гарант [Электронный ресурс]. URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/401433920> (дата обращения: 27.02.2023).

УДК 614.84

А. В. Таратанова¹, Н. А. Таратанов²

¹МБОУ «СШ №17»

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВАЖНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация: в данной статье говорится о том, что сейчас невозможно предсказать, какие профессии будут востребованы в будущем и какие навыки потребуются обучающимся для построения своей успешной карьеры. Но для конкурентоспособности в нашем порой нестабильном обществе, учителя и преподаватели должны обучить функциональной грамотности используя современные формы обучения, чтоб тем самым подготовить высококвалифицированные кадры, способные в кратчайшие сроки адаптироваться к современным реалиям на месте.

Ключевые слова: функциональная грамотность, современное образование, наглядность в обучении.

A. V. Taratanova, N. A. Taratanov

THE IMPORTANCE OF FUNCTIONAL LITERACY IN MODERN EDUCATION

Abstract: this article says that it is now impossible to predict which professions will be in demand in the future and what skills students will need to build their successful careers. But for competitiveness in our sometimes-unstable society, teachers and teachers should teach functional literacy using modern forms of education, thereby preparing highly qualified personnel capable of adapting to modern realities on the spot in the shortest possible time.

Keywords: functional literacy, modern education, visibility in teaching.

Современные реалии жизни требуют переосмысления педагогических подходов в преподнесении учебного материала обучающимся [1, 2]. Все чаще высказываются мысли о необходимости развивать у обучающихся функциональную грамотность (ФГ). Современное образование обладает рядом недостатков, отраженных на рисунке 1.



Рис. 1. Недостатки современного образования

Сущность функциональной грамотности заключается в умении обучающегося самостоятельно или в сотрудничестве осваивать учебный материал и применять приобретенные теоретические знания, умения и навыки при решении различного рода практических задач (рис. 2).

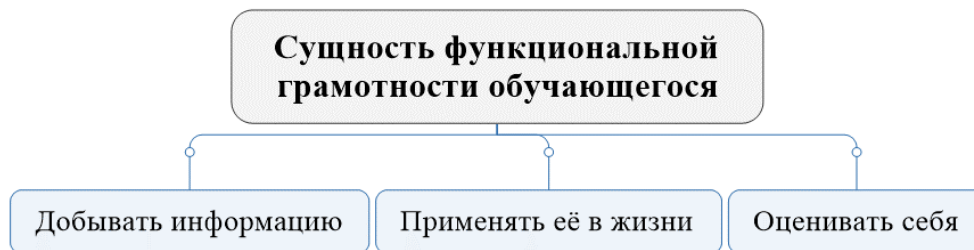


Рис. 2. Сущность функциональной грамотности

Индикатором качества образования, является функционально грамотный выпускник учебного заведения. В современном мире одних теоретических знаний недостаточно, работодателю (госзаказчику) необходимо умение использовать полученную информацию и навыки в конкретных, порой кризисных ситуациях.

Востребованными считаются специалисты, который способны в кратчайшие сроки реагировать на различного рода ситуации, в тоже время постоянно повышать свой уровень и применять новые полученные знания при столкновении с какими-либо проблемами. Такой специалист считается функционально грамотным человеком. Если обучающийся в процессе освоения учебной программы приобрел такие навыки, ему будет легко ориентироваться в современной реальности.

Часть педагогического сообщества считает, что обучить современную молодежь функциональной грамотности очень сложно, т.к. на нее оказывает воздействие современные средства массовой информации. Поэтому педагоги должны постоянно совершенствоваться, внося разнообразие в преподнесении учебного материала, используя различные современные методы и методики, чтоб обучающемуся становилось интереснее учиться. Нацеливание обучающихся на функциональную грамотность делает их вовлеченными в учебный процесс, способных анализировать и выделять наиболее важную информацию, делать соответствующие выводы и использовать полученную информацию при изучении последующих предметов или дисциплин, что приводит к повышению успеваемости по направлению обучения.

Функциональная грамотность должна включать и отвечать ряду требований (рис. 3).

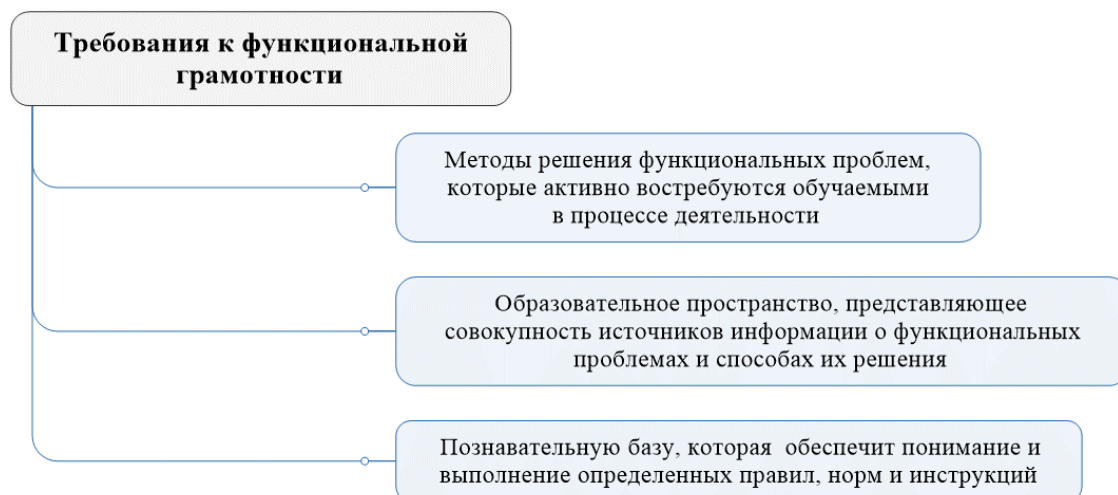


Рис. 3. Требования, которые должна включать функциональная грамотность

Само по себе понятие ФГ является метапредметным, и поэтому она формируется при изучении разных предметов и уровней обучения, включая разнообразные формы проявления. В международных программах по оценке учебных достижений учащихся выделяются основные компоненты функциональной грамотности (рис. 4).



Рис. 4. Основные компоненты функциональной грамотности

Предлагаемые обучающимся международными программами по оценке учебных достижений и мониторинговыми исследованиями качества математического и естественнонаучного образования ситуационные задания связаны с проблемами, которые происходят в повседневной жизни человека. Ситуационные задания формируются, учитывая следующие области знаний: «Естествознание», «Медицина», «Экология» и т.д.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что невозможно сейчас предсказать, какие профессии будут востребованы в будущем, какие навыки потребуются обучающимся для построения своей успешной карьеры. Но для конкурентоспособности в нашем порой нестабильном обществе, педагоги должны обучить их функциональной грамотности с применением современных форм обучения, чтоб подготовить высококвалифицированные кадры способные в кратчайшие сроки адаптироваться на месте к современным реалиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Таратанов Н.А.* Интерактивное обучение в ВУЗах, как современный подход технологии преподавания / Н.А. Таратанов, О.Е. Сторонкина, А.В. Таратанова // Наука, образование и духовность в контексте концепции устойчивого развития : сборник научных трудов: материалы всероссийской научно-практической конференции, Ухта, 26-27 ноября 2015 года / Ухтинский государственный технический университет. Том Часть 1. – Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2016. – С. 237-240. – EDN WDUHBB.

2. *Таратанов Н.А.* Наглядность в изучении процесса развития внутреннего пожара / Н.А. Таратанов, А.В. Таратанова // Актуальные вопросы естествознания: Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 31 марта 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 620-628. – EDN UARGUY.

УДК 37.015.31

Р. Н. Фадеев¹, Е. Ю. Огурцова²

¹Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых,

²Ивановский государственный университет

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ ДЕТЕЙ НА ЗАНЯТИЯХ ПО РОБОТОТЕХНИКЕ

Аннотация: рассмотрен опыт использования технологий, методов, форм организации образовательного процесса на занятиях робототехникой с детьми 5 – 7 лет с учетом рекомендаций, представленных в исследованиях по проблеме психологического благополучия дошкольников.

Ключевые слова: психологическое благополучие, дошкольники, образовательная робототехника.

R. N. Fadeev, E. Yu. Ogurtsova

WAYS TO SOLVE THE PROBLEM OF PSYCHOLOGICAL WELL-BEING OF CHILDREN IN ROBOTICS CLASSES

Abstract: the experience of using technologies, methods, forms of organization of the educational process in robotics classes with children aged 5–7 years is considered, taking into account the recommendations presented in studies on the problem of psychological well-being of preschoolers.

Keywords: psychological well-being, preschoolers, educational robotics.

Актуальность исследования определена тем, что в системе дополнительного образования занятия по конструированию и робототехнике проводятся уже для дошкольников. Мы ведем занятия по робототехнике с детьми старшего дошкольного возраста уже седьмой год. Пришлось столкнуться с рядом проблем, о которых в последние несколько лет говорят исследователи: растут показатели психоневрологической заболеваемости у дошкольников, усугубляется противоречивость детско-родительских отношений, отмечается направленность взрослых на раннее обучение и интенсификацию процессов развития ребенка. Размышления о перечисленных проблемах привели нас к пониманию необходимости создания на занятиях по робототехнике с дошкольниками условий для психологического благополучия детей.

В результате анализа литературы установлено, что психологическое благополучие ребенка дошкольного возраста это интегральная характеристика психических свойств и состояний, которые актуализируются в индивидуальном опыте взаимодействия с окружающим миром и обеспечивают возможности для полноценного развития в конкретных социальных условиях. Критерии детского психологического благополучия [1, 5]:

- наличие позитивных межличностных отношений с взрослыми и сверстниками;
- выраженность положительной оценки себя;
- преобладание положительных и нейтральных эмоциональных состояний;
- проявление субъектной позиции в ведущей деятельности;
- выраженность саморегуляции в познавательной деятельности;
- проявление децентрации.

С учетом рекомендаций, представленных в исследованиях по проблеме психологического благополучия дошкольников, мы выбирали технологии, методы, формы организации образовательного процесса на занятиях робототехникой с детьми 5–7 лет.

Методически грамотная организация занятий по робототехнике для дошкольников предусматривает личностно-ориентированное обучение, использование игровых форм и методов работы, различных проектов как педагогической технологии [2,3].

Занятия по образовательной робототехнике предполагают знакомство с законами механики и типами механических передач, обогащение словарного запаса ребенка новыми техническими терминами. Работа с новыми понятиями происходит в увлекательной форме с использованием робототехнических сказок [4]. Не только предлагаем детям готовые сказки, которые сочинили мы, но и стараемся постепенно привлекать ребят к сочинению собственных робототехнических историй. Это не простая задача для дошкольников. Педагог должен помочь им. Он задает основу рассказа, предлагая ребенку карточку с изображенным примером механизма, вопросами побуждает детей к созданию истории. В ходе беседы придумываются главный герой, его союзники и противники. Важно, чтобы в повествовании было

вступление, где мы знакомимся с героем. Обязательно развитие событий, наличие сложной ситуации (кульминация истории) и ее разрешение (развязка истории).

В публикациях о проведении занятий по образовательной робототехнике часто встречается рекомендация использовать соревновательные моменты (чей робот быстрее, сильнее и т.п.). Столкнувшись с негативными реакциями со стороны некоторых детей (оскорбление соперника, разрушение робототехнической конструкции победителя) во время робототехнических состязаний мы задумались о необходимости не только робототехнической, но и психологической подготовки детей дошкольного возраста к участию в соревнованиях. Мы стали уделять внимание работе по формированию адаптивности к психотравмирующим воздействиям среды, по развитию командной культуры взаимодействия, возможности принятия любого результата соревнований. В структуру робототехнических занятий с дошкольниками соревновательную ситуацию мы вводим аккуратно, учитывая личностные особенности детей в группе.

Не все дети, которые приходят к нам на занятия по образовательной робототехнике, имеют желание и умение работать в паре, взаимодействовать в группе сверстников. Размышляя над этой проблемой, мы пришли к выводу о необходимости систематического использования на занятиях по робототехнике игровых упражнений для сплочения команды, формирования навыков общения.

Например, предлагаем ребятам встать в круг и передавать деталь конструктора друг другу, называя вежливые слова: слова приветствия (здравствуйте, добрый день, привет, мы рады вас видеть, рады встречи с вами); благодарности (спасибо, благодарю, пожалуйста, будьте любезны); извинения (извините, простите, жаль, сожалею); прощания (до свидания, до встречи, спокойной ночи) и т.д.

Разбившись на пары и стоя друг напротив друга, ребятам необходимо удерживать длинные балки из робототехнического конструктора, прижав их концы подушечками указательных пальцев и выполняя разные задания, предлагаемые преподавателем. Примеры заданий: поднять руки, развести руки в стороны, сделать шаг назад, присесть и т.д. При выполнении этого упражнения участники тренируются в координации совместных действий, умении «чувствовать» другого человека и использовать различные способы, чтобы добиться взаимопонимания в паре.

Личностно-ориентированное обучение, смена видов деятельности, игровые моменты, использование физических и дыхательных упражнений, соответствующих тематике робототехнических занятий создают условия для психологического благополучия детей 5 – 7 лет на занятиях по образовательной робототехнике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Елупахина А. В.* Формирование психологического благополучия детей старшего дошкольного возраста в условиях оптимизации образовательной среды // Педагогическая наука и образование. 2022. № 3 (40). С. 41–53.
2. *Огурцова Е. Ю., Фадеев Р. Н.* Использование проектного метода на занятиях по образовательной робототехнике // Состояние и перспективы развития ИТ-образования: сборник докладов и научных статей Всероссийской научно-практической конференции. Чебоксары, 2019. С. 277–283.
3. *Огурцова Е. Ю., Фадеев Р. Н.* Проектная деятельность на занятиях по робототехнике // Образовательное пространство в информационную эпоху. Сборник

научных статей Международной научно-практической конференции. Под редакцией С.В. Ивановой, И.М. Елкиной. Москва, 2022. С. 525–529.

4. Огурцова Е. Ю., Фадеев Р. Н. Сторителлинг на занятиях по робототехнике // Научный поиск: личность, образование, культура. 2021. № 4 (42). С. 21–26.

5. Шевеленкова Т. Д., Фесенко П. П. Психологическое благополучие личности (обзор основных концепций и методика исследования) // Психологическая диагностика. 2005. № 3. С. 95–123.

УДК 614.84:006.44

И. Х. Халимов, Е. Ю. Романова, Г. Н. Васильев, Т. Н. Егорова, А. В. Селезнев
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ УСТАНОВЛЕННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ, ПОДГОТОВКА ЭКСПЕРТОВ-АУДИТОРОВ

Аннотация: рассмотрены вопросы подтверждения соответствия продукции требованиям пожарной безопасности. Предложены пути повышения качества проведения работ по сертификации продукции в части касающейся оценки компетентности экспертов-аудиторов.

Ключевые слова: технический регламент, Федеральная служба по аккредитации, эксперт-аудитор, пожарная безопасность, государственный надзор, орган по сертификации.

I. Kh. Khalimov, E. Yu. Romanova, G. N. Vasiliev, T. N. Egorova, A. V. Seleznev

CONFIRMATION OF COMPLIANCE OF PRODUCTS WITH ESTABLISHED REQUIREMENTS, TRAINING OF EXPERT AUDITORS

Abstract: the issues of confirmation of compliance of products with fire safety requirements are considered. Ways to improve the quality of work on certification of products in terms of assessing the competence of expert auditors are proposed.

Keywords: technical regulations, Federal Accreditation Service, expert auditor, fire safety, state supervision, certification body.

Технические регламенты и нормативные документы, устанавливающие требования к продукции, принимаются с целью защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от различных видов опасности. Принятие технических регламентов и нормативных документов призвано обеспечить свободное движение товаров, услуг, капитала и рабочей силы, а также формирование единой политики в отраслях экономики объединения (союза) стран.

В настоящее время можно выделить три уровня обязательного подтверждения соответствия продукции: федеральный, межгосударственный и международный. На федеральном уровне предусматривается подтверждение соответствия продукции требованиям:

- Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

- постановления Правительства Российской Федерации от 23.12.2021 № 2425 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию соответствия».

Для проведения работ по оценке соответствия продукции на межгосударственном уровне в рамках Евразийского экономического союза принято 52 технических регламента. МЧС России определено в качестве органа государственного контроля (надзора) за выполнением требований ниже перечисленных технических регламентов:

- технический регламент Таможенного союза «О безопасности пиротехнических изделий» (ТР ТС 006/2011);

- технический регламент Таможенного союза «О безопасности маломерных судов» (ТР ТС 026/2012);

- технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017);

- технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности продукции, предназначенной для гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ТР ЕАЭС 050/2021).

На международном уровне осуществляются работы по оценке соответствия продукции требованиям:

- постановления Правительства Российской Федерации от 12.08.2010 № 620 «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов морского транспорта»;

- постановления Правительства Российской Федерации от 12.08.2010 № 623 «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта»;

- приказа Министерства транспорта Российской Федерации от 17.06.2019 № 184 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21»;

- других нормативных правовых актов Российской Федерации, принятых в поддержку обеспечения международного права.

Продукция, соответствующая требованиям вышеуказанных нормативных правовых актов, выпускается в обращение на рынок Российской Федерации. Подтверждение соответствия продукции осуществляется органами по сертификации, аккредитованными (уполномоченными) на право выполнения соответствующих работ.

Следует понимать, что качество работ по подтверждению соответствия продукции в значительной степени зависит от уровня подготовки, знаний, навыков и умений экспертов-аудиторов органов по сертификации. Принятие ошибочного решения на стадии подтверждения соответствия продукции может привести к выпуску в обращение несоответствующей продукции, и, как следствие, к гибели (нанесению вреда здоровью) людей, утрате имущества и т.д.

Нормативными правовыми актами Минэкономразвития России установлены требования (критерии), которым должны соответствовать эксперты-аудиторы (требования к образованию и стажу работы). При этом допуск работников к самостоятельной работе в качестве эксперта-аудитора осуществляется руководством органа по сертификации на основании внутреннего документа органа по сертификации, а оценка компетентности экспертов-аудиторов проводится экспертной группой Росаккредитации при проведении процедуры подтверждения компетентности (расширения области аккредитации) аккредитованного лица. В ряде случаев указанный подход не работает по следующим основаниям:

- орган по сертификации напрямую заинтересован в скорейшем допуске работников к выполнению самостоятельных работ в качестве экспертов-аудиторов, так как это позволяет ускорить выполнение договорных обязательств и, соответственно, увеличить доход органа по сертификации;
- отсутствие специализации в области пожарной безопасности у членов экспертной группы Росаккредитации. Например, имеют место случаи, когда для аккредитации органа по сертификации, претендующего на право выполнения работ по подтверждению соответствия продукции требованиям Технического регламента о требованиях пожарной безопасности, формируется экспертная группа из специалистов, работающих в смежных областях экономики, не компетентных в вопросах пожарной безопасности.

Результаты деятельности комиссии по аттестации экспертов-аудиторов, выполнявшей работы на базе Департамента образовательной и научно-технической деятельности МЧС России в период 2019–2022 годов, показывают, что уровень подготовки значительной части экспертов-аудиторов недостаточен для осуществления самостоятельных работ.

Целью создания указанной комиссии являлось обеспечение выполнения требований пункта 2 части 4 статьи 148 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности, в соответствии с которым работы по подтверждению соответствия продукции могли осуществляться экспертами-аудиторами, аттестованными МЧС России (в настоящее время требование исключено из текста Технического регламента о требованиях пожарной безопасности). В состав комиссии по аттестации входили специалисты Департамента образовательной и научно-технической деятельности МЧС России, Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, Федеральной службы по аккредитации, ФГБОУ ВО АГПС МЧС России, ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

В период с 2019 по 2022 год было проведено восемь заседаний комиссии по аттестации, по результатам которых аттестовано 102 эксперта-аудитора. Следует учитывать, что аттестации подлежали, в том числе, эксперты-аудиторы, которые ранее в период с 2008 по 2019 год уже выполняли работы по подтверждению соответствия продукции требованиям Технического регламента о требованиях пожарной безопасности. Вместе с тем большая часть из претендентов успешно прошла аттестацию лишь со второго, а в некоторых случаях и с третьего-четвертого раза. Указанное еще раз подтверждает наличие проблем с существующей практикой подготовки стажеров и их допуска к самостоятельным работам в качестве экспертов-аудиторов.

По мнению авторов статьи, решением вышеуказанной проблемы могли бы стать аттестация (подтверждение компетентности) стажеров на право проведения

работ в качестве эксперта-аудитора и осуществления контроля за деятельностью аттестованных экспертов-аудиторов на постоянной основе, в том числе удаленно.

С 01.03.2023 вступает в силу постановление Правительства Российской Федерации от 29.11.2021 № 2080 «О порядке подтверждения компетентности эксперта-аудитора и требованиях к экспертам-аудиторам». Указанным нормативным правовым актом установлены правила проведения процедуры подтверждения компетентности для экспертов-аудиторов, ранее выполнявших работы по подтверждению соответствия продукции, а также для лиц, претендующих на получение статуса эксперта-аудитора. Также определено, что подтверждение компетентности экспертов-аудиторов будет осуществляться посредством прохождения квалификационного экзамена.

В настоящее время в национальной системе аккредитации аккредитовано около 800 органов по сертификации, в которых осуществляют свою деятельность более 6000 экспертов-аудиторов, из них 26 органов по сертификации (188 экспертов-аудиторов), выполняющих работы по подтверждению соответствия продукции обязательным требованиям пожарной безопасности.

Виду ограниченного штата и отсутствия специализации в области пожарной безопасности у специалистов Федеральной службы по аккредитации полагается целесообразным проведение квалификационных экзаменов для претендентов осуществлять на базе органов государственного контроля, уполномоченных на осуществление надзора за выполнением требований конкретного технического регламента, с последующим принятием соответствующего решения Федеральной службой по аккредитации.

Повышение качества обучения (подготовки) лиц, претендующих на получение статуса эксперта-аудитора, и квалификации экспертов-аудиторов в научных и образовательных организациях системы МЧС России также может внести весомый вклад в повышение качества выполнения ими работ по подтверждению соответствия.

Дополнительным, но не менее важным, чем оценка технической компетентности, способом оценки компетентности, представляется оценка личных качеств эксперта-аудитора руководством органа по сертификации. К таким личным качествам можно отнести объективность, принципиальность, ответственность, профессиональную осмотрительность, проницательность, самостоятельность, настойчивость и т.п.

Реализация указанного комплекса мероприятий позволит минимизировать риски осуществления подтверждения соответствия продукции требованиям пожарной безопасности некомпетентными экспертами-аудиторами, что в свою очередь положительно отразится на обеспечении пожарной безопасности объектов защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Договор о Евразийском экономическом союзе от 29.05.2014.
2. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 23.06.2017 № 40 «О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения».
3. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 5.10.2021 № 100 «О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О безопасности продукции, предназначенной для гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

4. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

5. Федеральный закон от 22.07. 2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

6. Постановления Правительства Российской Федерации от 29.11.2021 № 2080 «О порядке подтверждения компетентности эксперта-аудитора и требованиях к экспертам-аудиторам».

УДК 37.01

Н. А. Ходикова, А. В. Киричек

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

О ФИЛОСОФСКИХ ОСНОВАНИЯХ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

Аннотация: в статье ставится проблема формирования в процессе обучения всесторонне развитой, мировоззренчески зрелой личности. Раскрывается мировоззренческий потенциал преподавания естественнонаучных дисциплин как инструмента формирования у обучающихся научной картины мира и диалектического метода мышления.

Ключевые слова: естествознание, образование, научная картина мира, мировоззрение, диалектика.

N. A. Khodikova, A. V. Kirichek

ON THE PHILOSOPHICAL FOUNDATIONS OF TEACHING NATURAL SCIENCES

Abstract: the article raises the problem of the formation of a comprehensively developed, ideologically mature personality in the learning process. The author reveals the ideological potential of teaching natural sciences as a tool for students to form a scientific picture of the world and a dialectical method of thinking.

Keywords: natural science, education, scientific worldview, worldview, dialectics.

Сегодня, когда перед нашим обществом и каждым его членом стоят серьезные вызовы, требующие четкой и осознанной мировоззренческой позиции, невозможно переоценить то значение, которое имеет работа преподавателя по формированию у обучающихся адекватной картины мира и релевантных способов познания действительности. Формирование научного мировоззрения у обучающихся связано с развитием у них рационального, доказательного стиля мышления, способности к диалектическому анализу как природной, так и социальной реальности. В связи с этим в настоящее время одной из наиболее актуальных задач образования в нашей стране является не просто предоставление обучающимся определенного набора знаний и умений, позволяющих осуществлять узкопрофессиональную деятельность,

но формирование всесторонней личности, имеющей четкую картину мира, понимающую законы его развития, готовой к постоянному самосовершенствованию. Далее будут рассмотрены те аспекты преподавания естественнонаучных дисциплин, которые способствуют решению этой задачи.

Традиционно функция формирования мировоззрения связывается с преподаванием дисциплин социально-гуманитарного цикла (философия, социология, политология, этика, эстетика и т.д.), и это неудивительно, ведь их содержание часто непосредственно носит мировоззренческий характер. Нравственное, патриотическое, эстетическое воспитание является неотъемлемой частью преподавания этих дисциплин. Однако, как справедливо отмечено в [3], «мировоззренческие аспекты в той или иной степени присущи всем наукам... поэтому каждый преподаватель через свою науку должен активно участвовать в формировании научного мировоззрения слушателей». Глубинная взаимосвязь естествознания и философии, их взаимное влияние раскрываются в [2].

Научная картина мира в духовной культуре возникает в процессе познания действительности благодаря стремлению к целостному восприятию мира. С развитием науки «всеобщая», максимально универсальная «космофизическая» картина мира древних цивилизаций расщепляется в соответствии с науками, на которых она основывается. Современная научная картина мира включает в себя как наиболее универсальную физическую картину мира, так и опирающиеся на ее частные аспекты астрономическую, биологическую, химическую картины мира. Очевидно, что в процессе изучения соответствующих наук (физики, астрономии, химии, биологии и т.д.) происходит формирование основ научной картины мира. Следует отметить, что эффективным это формирование будет в том случае, если преподаватель понимает, что его задачей является не только ознакомление обучающихся с отдельными темами конкретной научной дисциплины, но обобщение всей информации в целостное понимание структуры действительности, законов ее существования и развития. Такое обобщение должно быть основано на базовых философских представлениях, так как именно философия выполняет интегративную функцию в формировании мировоззрения: «фундаментальные знания конкретных наук философия объединяет в общую целостную систему, картину мира и мироздания. Это и есть предельные основания для естествознания» [1, с. 78].

Ключевое значение в диалектическом методе познания мира имеют принципы диалектики: принцип развития, принцип детерминизма, принцип всеобщей взаимосвязи, принцип историзма, а также законы и категории диалектики. Представляется, что диалектический метод мышления (который на самом деле никогда не терял своей значимости), совершенно необходим человеку в современных условиях.

Впервые о диалектике как теории и методе обучающиеся обычно узнают в ходе изучения курса философии. Им дается общее теоретическое представление о диалектике, возможно, приводятся некоторые примеры. Однако, как показывает опыт авторов, обучающиеся не успевают по-настоящему понять ни того, как принципы и законы диалектики проявляются в природе и обществе, ни их огромного и всеобъемлющего значения. И, конечно, обучающимся не удастся за столь короткий срок выработать навык диалектического подхода к различным явлениям действительности. В связи с этим очень полезно было бы, если бы преподаватели всех дисциплин, а особенно – естественнонаучных, при преподавании своих предметов обращали внимание обучающихся на реализацию в тех или иных разделах

соответствующих наук принципов и законов диалектики. Это особенно актуально для технических вузов, где удельный вес социально-гуманитарных дисциплин невелик, а подавляющая часть учебного времени отводится под естественнонаучные и специальные дисциплины.

В качестве примера для такой работы можно рекомендовать «Программу непрерывной мировоззренческой подготовки слушателей в ходе изучения общенаучных, общетехнических и специальных дисциплин», выпущенную ВИПТШ МВД СССР в 1984 году. Оставляя в стороне классово-партийные, идеологические аспекты этого документа, его вполне можно использовать и сегодня.

Так, например, в курсе математики можно обращать внимание на единство и противоположность таких диалектических категорий, как «дискретное» и «непрерывное», «конечное» и «бесконечное» (в теме «Производные и интегралы»), «случайность» и «необходимость», «возможность» и «действительность» (в теме «Теория вероятностей»), проследить реализацию диалектических законов перехода количественных изменений в качественные и отрицания отрицания в развитии понятий неопределенного и определенного интеграла.

В курсе физики на взаимосвязь случайного и необходимого, случайность как проявление внешних причин можно обратить внимание в теме «Молекулярно-кинетический и термодинамический методы изучения макроскопических тел». Диалектика причины и следствия должна отмечаться в темах «Электростатика», «Электромагнетизм», в теме «Элементы квантовой механики» можно разобрать особенности проявления причинности в микромире, в разделе «Термодинамика» – проявление закона перехода количественных изменений в качественные в различных видах теплоносителей.

В курсе химии тема «Окисление и восстановление» дает иллюстрацию диалектического принципа всеобщей взаимосвязи в виде связи между положением элемента в периодической системе и его окислительными или восстановительными свойствами, а тема «Химическая кинетика. Химическое равновесие» описывает химическое равновесие как единство и борьбу противоположностей. В теме «Физико-химические и пожароопасные свойства органических веществ» можно отметить как проявление закона перехода количественных изменений в качественные на примере теории строения органических соединений А.М. Бутлерова, так и реализацию принципа всеобщих взаимосвязей на примере связи между строением молекулы и ее физико-химическими свойствами.

В курсе биологии рассмотрение теории эволюции позволяет показать применимость практически всего аппарата диалектики, например, взаимодействие наследственности и изменчивости как источник развития в законе единства и борьбы противоположностей, единство живой и неживой природы в ходе естественного отбора как проявление принципа всеобщей взаимосвязи, появление новых видов в результате постепенных небольших изменений как реализацию закона перехода количественных изменений в качественные и т.д.

Это лишь несколько из возможных примеров, когда в ходе изучения математических и естественнонаучных дисциплин, обучающиеся могут закрепить представления о категориях, принципах и законах диалектики, а главное – выработать навык обнаружения их проявлений в реальности и применения диалектического подхода во всех сферах своей деятельности.

Полагаем, что, будучи реализованным, описанный выше подход к преподаванию естественнонаучных дисциплин позволил бы формировать у

обучающихся целостный образ окружающего мира, точные и научно обоснованные представления о мироустройстве – как природном, так и социальном. Стоит отметить, что, к сожалению, далеко не каждый преподаватель имеет достаточную подготовку (прежде всего, философскую), чтобы решать в процессе обучения мировоззренческие задачи. В связи с этим представляется целесообразным разработка соответствующих методических материалов и организация для преподавателей методических занятий и курсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабин Ю.М. Образование: новые вызовы в эпоху цифровых технологий // Культура и безопасность. – 2021. – № 4. – С. 76-81. – DOI 10.25257/KB.2021.4.76-81.
2. Ходикова Н.А., Киричек А.В. Философские основания науки: проблемы и перспективы изучения (значение осмысления философских оснований для прогресса науки) // Культура и безопасность. – 2021. – № 2. – С. 5-11. – DOI 10.2525 /KB.2021.2.5-117.
3. Программа непрерывной мировоззренческой подготовки слушателей в ходе изучения общенаучных, инженерных и специальных дисциплин – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1984. – 47 с. УДК: 37.013.77.

УДК: 205.504

Э. С. Цховребов¹, В. Ф. Томилин²

¹ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

²Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА СОЦИО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аннотация: сформирован комплекс социо-экологических исследований, направленный на получение заблаговременной информации от широкого круга респондентов в целях принятия своевременных мер по прогнозированию, предупреждению чрезвычайных ситуаций

Ключевые слова: экологическая безопасность, социологические исследования, чрезвычайные ситуации, предупреждение, прогнозирование.

E. S. Tshovrebov, V. F. Tomilin

OF FORMATION OF A COMPLEX OF SOCIO-ECOLOGICAL RESEARCH IN THE FIELD OF EMERGENCY PREVENTION AND FORECASTING

Abstract: a set of socio-environmental studies has been formed, aimed at obtaining advance information from a wide range of respondents in order to take timely measures to predict and prevent emergencies.

Keywords: environmental safety, sociological research, emergencies, prevention, forecasting.

Введение

Основой результативного проведения мониторинга, анализа и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ЧС) служит полноценная, объективная, достоверная информация, полученная заблаговременно из различных информационных источников и системно проанализированная для принятия взвешенного, обоснованного управленческого, регулятивного, экологического, технико-экономического решения [1–4].

Одним из источников получения означенной информации могут стать результаты социо-экологических исследований, подразумевающих под собой комплексные исследования экологических проблем социального плана, их взаимосвязи, взаимозависимости с учетом различных природоохранных, экономических, санитарных, иных факторов, условий, ограничений [5].

Полученные результаты социо-экологических исследований, их системный анализ, своевременное и четкое реагирование на них со стороны федеральных, региональных и местных органов власти, как показывает история возникновения и опыт ликвидации ЧС с неблагоприятными экологическими последствиями (на примере свалки токсичных отходов вблизи дер. Щелканово Рузского городского округа Московской области в 2018–2020 гг.), смогли бы заблаговременно предупредить как саму формировавшуюся около трех лет опасную экологическую ситуацию, так и возникшую ЧС локального характера с местным уровнем реагирования, приведшую к опасным экологическим последствиям для почв, растительного и животного мира, водоемов – источников питьевого водоснабжения Московского мегаполиса.

С учетом изложенного, в настоящей работе рассмотрены вопросы формирования системы социо-экологических исследований в разрезе сбора информации и её анализа по размещенным потенциально опасным техносферным объектам в зоне проживания и жизнедеятельности населения. Такая информация может аккумулироваться в системе РСЧС на местном или региональном уровне (в зависимости от сложности ситуации с природоохранной и санитарно-эпидемической точек зрения, потенциально возможной зоны распространения опасных факторов и характера последствий).

Результаты исследования

При формировании предлагаемой системы социо-экологических исследований принимался во внимание состав методов обнаружения экологической опасности, включающий:

- регистрационный (закрывающийся в применении данных о подсчёте конкретных событий, затрат каких-либо ресурсов, количеств пострадавших);
- инженерно-прогностический (прогнозирование опасностей и угроз, имеющих вероятностную природу происхождения);
- экспертный (на основе деятельности специально создаваемой экспертной группы с участием высококвалифицированных профессиональных специалистов, ученых различного профиля, направленная на поиск отдельных отказов, их причин, оценку явлений и событий, их возможных последствий);
- органолептический (информация, получаемая органами чувств человека: зрением, обонянием, слухом, вкусом);
- социологический (формируемый путем социальных опросов, анкетирования, последующей обработки полученного широкого спектра всесторонней информации в

целях определения потенциальных опасностей посредством исследования мнения населения (социальной группы)).

Социологические исследования социо-санитарно-природно-техногенных факторов жизнедеятельности служат незаменимыми средствами получения объективной информации, расширяющими возможности познания жизнедеятельности во взаимосвязи с повышением уровня её защищенности, безопасности, благоприятности, а также эффективности предотвращения экологических и сопряженных с ними угроз и рисков.

Социологический метод представляется наиболее информативным, так как охватывает и вовлекает в процессы прогнозирования, системного анализа, мониторинга, образующих в комплексе целостный механизм предупреждения экологической опасности, широкие слои граждан, образуя информационную взаимосвязь деятельности государственных органов, РСЧС и населения.

Наиболее существенным этапом подготовки социо-экологического исследования является разработка содержательной части и полноценного, оптимального инструментария сбора информации: опросных листов, таблиц, бланков-интервью, дневников наблюдения, социологических анкет - объединенного исследовательским замыслом круга вопросов, направленных на установление, раскрытие качественных, количественных характеристик либо особенностей изучаемого события, процесса, объекта.

Предлагаемый комплекс основных методов социо-экологических исследований в области предупреждения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций экологического характера, их возможных последствий для природной среды и населения представлен в таблице.

Таблица. Комплекс основных методов социо-экологических исследований в области предупреждения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций

Наименование метода	Особенности применения и планируемый результат	Примерный круг вопросов в предметной области исследования
Экспресс-опрос	Получение оперативной информации о конкретном факте, процессе, событии; ограничение - субъективность информации.	Периодически возникающие опасные экологические ситуации: - наличие оставленных транспортных средств в зонах прилива, береговой полосы, возможных подтоплений; - образование аэрозольного облака на открытой площадке; - ощущаемые известные запахи аммиака, миндаля (цианиды), гуаши (фенолы), метана, формалина, расплавленных полимеров
Анкетирование	Индивидуальное заполнение анкеты респондентами, в т.ч. групповое анкетирование, заочное (рассылка) и очное.	Системные опасные экологические ситуации, факторы: - запыленность промплощадки, санитарно-защитной зоны, отложение пыли на облицовке фасадов, крышах, стеклах зданий, строений, временных сооружениях; - явления шума и свиста, коррозии,

Наименование метода	Особенности применения и планируемый результат	Примерный круг вопросов в предметной области исследования
		разрыва изоляционных материалов, появления зазоров, выпуклостей на продуктопроводах; - видимые процессы разрушения искусственных сооружений на водных объектах или вне таковых (признаки деструкции, разрушения конструкций, узлов (трещины, повышенная вибрация, обнаженная ржавая арматура и пр.)
Интервьюирование	Личное общение социолога и респондентов «вопрос-ответ»: непосредственное, опосредованное (телефон, электронная почта), фокусированное (в центре внимания - конкретное событие, факт), беседа без заранее заданной темы, формализованное (вопросы формируются заранее)	Конкретная возникшая экологически опасная ситуация: - вытекание струи воды из разгерметизированного водоотвода; - загазованность, запыленность, захламленность территории; - протечки нефтепродуктов, охлаждающих жидкостей от транспортных, иных технических средств и механизмов - наличие запаха нефтепродуктов, органических веществ, появление пены в ливневой канализации
Невключенное наблюдение	Целенаправленное наблюдение за событием, процессом со стороны разовое или в динамике с последующей их регистрации с применением технических средств или без таковых	Динамично развивающиеся экологически опасная ситуация, процесс: - появление пены (СПАВ), пленок нефтепродуктов в водоеме; - наличие, расширение зон, пятен с цветом, отличающегося от белого на водоемах, покрытых льдом и снегом; - появление и рост числа мертвых биоресурсов в водоёме; - образование, расширение площади навала мусора, несанкционированной свалки отходов
Наблюдение включенное	Приглашение в составе группы по заранее выбранному объекту, наблюдение носит характер систематизированного	Системно и динамично развивающиеся опасные экологические ситуации, процессы: - постоянно возникающие проливы нефтепродуктов на открытой площадке; - незаконное владение, распоряжение, пользование или использование не по целевому назначению подземных и поверхностных водных объектов и водоисточников (неучтенный, несанкционированный забор воды, загрязнение и захламление прилегающей зоны, купание в запрещенных местах, мойка транспорта, сброс отходов и химических веществ); - уничтожение водного объекта,

Наименование метода	Особенности применения и планируемый результат	Примерный круг вопросов в предметной области исследования
		растительности в зоне расположения полигона ТКО или свалки
Анализ документов	Источник – материалы по теме исследования	Источники, причины, обстоятельства, условия возникновения опасной экологической ситуации

В процессе организации социо-экологического исследования важное значение приобретают: четкое обозначение проблемы исследования применительно к конкретному факту, событию или их группе; установление причинно-следственной связи произошедшего события и возможных экологически опасных ситуаций, последствий; выбор экологической ситуации, требующей разрешения, оптимального комплекса исследовательских инструментов и алгоритмов; полноценный, научно обоснованный отбор необходимого и достаточного числа людей для опроса при формировании выборки. Объектом социо-экологического исследования выступают респонденты как совокупность граждан, с которой взаимосвязана экологическая или санитарно-эпидемическая проблема.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Разработанная система социо-экологических исследований в формате изучения социо-санитарно-природно-техногенных факторов безопасной и благоприятной жизнедеятельности предоставляет возможности: отражения в значительной мере реального экологических правоотношений; определения оптимальных путей разрешения противоречий; формирования прогнозов проявления и развития опасных экологических ситуаций и процессов, ЧС, возникающих при непринятии в отношении экологических факторов, угроз необходимых и достаточных мер реагирования; осуществления полноценного управления, регулирования своевременных действий по предотвращению ЧС; реализации устойчивой обратной связи между обществом и уполномоченными государственными органами в области обеспечения экологической безопасности, предупреждения и устранения ЧС.

В формате развития дальнейших исследований планируется расширение, актуализация содержательной части, степени информативности социо-экологических опросов - в целях получения наиболее полной, качественной, достоверной информации в предметной области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цховребов Э.С., Лебин А.Н., Белоусов В.Г. Новейшая история развития природоохранной деятельности в России // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2012. Т. 18. № 2. С. 192–196.
2. Агаев Т.Б., Гаев Ф.Ф., Рахманов М.Л., Шканов С.И., Цховребов Э.С., Величко Е.Г., Майорова О.В. Актуальные вопросы управления и экономики в сфере организации раздельного сбора и обработки твердых коммунальных отходов // Вестник РАЕН. 2019. Т. 19. № 1. С. 35-43.
3. Tskhovrebov E., Velichko E., Niyazgulov U. Planning measures for environmentally safe handling with extremely and highly hazardous wastes in industrial,

building and transport complex // Materials Science Forum. 2018. Vol. 945 MSF. Pp. 988-994.

4. Цховребов Э.С. Эколого-экономические аспекты планирования размещения и проектирования промышленных объектов по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 11 (122). С. 1326-1340.

5. Томилин В.Ф., Черемисин В.В., Чистяков А.В. Структура и уровни градостроительного сознания // Вестник Тамбовского университета. 2013. Вып. 4 (120). С. 342-347.

УДК: 159.96

Л. В. Чекарев, К. В. Лосев

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ, КАК ВАЖНЕЙШАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Аннотация: психологическая устойчивость это характеристика личности, обеспечивающая сохранение оптимального функционирования психики, которая формируется одновременно с его развитием и зависит от многих факторов: опыта, подготовки, уровня знаний и мышления.

Ключевые слова: психика людей, психологическая устойчивость, уровень психической устойчивости, повышение психологической устойчивости, основы безопасности жизнедеятельности.

L. V. Chekarev, K. V. Losev

PSYCHOLOGICAL STABILITY AS THE MOST IMPORTANT COMPONENT OF LIFE SAFETY IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract: psychological stability is a characteristic of a personality that ensures the preservation of the optimal functioning of the psyche, which is formed simultaneously with its development and depends on many factors: experience, training, level of knowledge and thinking.

Keywords: human psyche, psychological stability, level of mental stability, increase of psychological stability, fundamentals of life safety.

В определении понятия «психологическая устойчивость» исходят из значения слова, которое трактуется как стабильность, стойкость, твердость и выдержка. В литературе данное понятие рассматривается, как способность психики сохранять высокую функциональную активность в условиях воздействия опасных и негативных факторов. Устойчивость и навыки безопасного поведения в экстремальных ситуациях формируются у человека в течение всей жизни, а основы их закладываются в юношеском возрасте. При этом выделяется позитивный аспект, когда процесс

адаптации к неблагоприятным факторам идет успешно, отсюда появляется термин «стрессоустойчивость».

Важную роль в психологическом становлении личности занимает общеобразовательная школа, где проходит развитие базовых психических функций детей. Обучение это целенаправленная деятельность по овладению знаниями, умениями, навыками и компетенциями, приобретению опыта и развитию способностей, а также применения полученных знаний в повседневной жизни и формированию у обучаемых психологической устойчивости.

Формирование навыков поведения в экстремальных ситуациях всегда являлось актуальным и реализуется в образовательных организациях путем изучения курса основы безопасности жизнедеятельности (далее-ОБЖ) [3]. Решение этих проблем представлено в различных научных и печатных изданиях и публикациях. Давайте совместно попробуем разобраться в основных аспектах повышения устойчивости психики человека в ходе образовательного процесса.

Наша жизнь всегда подвергается опасностям, поэтому проблема защиты здоровья возникает с момента появления ребенка на свет. Существующие в мире угрозы природного и техногенного характера, социальные процессы только увеличивают неблагоприятное воздействие на психику человека. Поэтому, знание основ безопасности жизнедеятельности является важным условием комфортного и безопасного взаимодействия человека с окружающей средой, это касается как взрослых, так и детей. Среда обитания включает в себя совокупность физических, биологических и социальных факторов, которые способны оказывать прямое или косвенное воздействие на деятельность и здоровье человека.

Задача просвещения состоит в том, чтобы дать необходимые представления, информацию о существующих угрозах и выработать умения, которые бы позволили справиться с ними в окружающей среде. При обучении, наиболее актуальными являются два состояния взаимодействия:

комфортное (оптимальное), когда создаются благоприятные условия труда и отдыха, предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и достижения определенных успехов в обучении;

нейтральное, когда нет угрозы для жизни человека, но существуют опасные факторы, которые приводят к дискомфорту и снижению эффективности работы и обучения.

При реализации обучения по курсу ОБЖ, направленного на повышение психологической устойчивости обучаемых, необходимо исходить из того что:

нет абсолютно безопасного вида деятельности человека;

в любом процессе, в том числе и образовательном, нулевые риски в жизни исключены;

воздействие на детей, таких неблагоприятных факторов, как электрический ток, химические реагенты, недопустимые уровни шума и недостаточная освещённость, приводит к ухудшению их самочувствия, перенапряжению и нарушению психологической устойчивости.

При изучении предмета основы безопасности жизнедеятельности преподаватели доводят опасности, угрожающие человеку и оптимальные способы защиты от них в среде обитания. Для выживания современный человек в процессе обучения должен приобрести соответствующие навыки:

знать виды окружающих опасностей;
уметь предвидеть и распознать опасности, по возможности их избегать;
не паниковать, правильно и грамотно действовать в той или иной обстановке;
выработать устойчивую психику и хладнокровно вести себя в экстремальных ситуациях;
совершенствовать свои физические возможности, чтобы противостоять опасностям [2].

Успешность защитных действий человека в опасных ситуациях зависит не только от знаний и умений, но и от его внутреннего психологического состояния. Психика людей является определяющим элементом их дальнейшего поведения. Диапазон психического отражения ситуации может выражаться паническим состоянием или неоправданной самоуверенностью и привести к неблагоприятным последствиям.

Уровень психической устойчивости в образовательных организациях повышается на учебных занятиях и тренировках. При проведении занятий в школах по основам безопасности часто возникают проблемные вопросы, которые необходимо учитывать:

не все педагоги сами имеют высокую психологическую подготовку, поэтому их влияние и воздействие на психическую устойчивость обучающихся не всегда эффективно;

в области психологии нет четких критериев и показателей, по которым нужно оценивать уровень формируемой устойчивости у человека.

Поведение людей, чья профессиональная деятельность в той или иной мере связана с экстремальными ситуациями, показывает:

экстремальная ситуация, с которой человек сталкивается впервые, вызывает большее эмоциональное напряжение, чем та, которую он уже преодолевал;

умение использовать средства обеспечения безопасности, способствуют высокой степени готовности человека к действиям в экстремальных ситуациях;

часто люди, не испытывшие ранее экстремальных воздействий, недооценивают вероятность опасности, у них есть большая статистическая возможность пострадать.

Опыт показывает, что психологическая адаптация людей к экстремальным условиям происходит быстрее в случае непосредственного участия их в тренировках и приобретения соответствующих навыков. Так, руководители организаций, в соответствии с Правилами противопожарного режима в РФ, должны не реже одного раза в полугодие проводить тренировки по безопасной эвакуации людей при пожаре. В ходе их работники и дети получают опыт действий при обнаружении задымления, возгорания, что значительно уменьшает душевные переживания людей, а также снижает стрессовую нагрузку и повышает их психологическую устойчивость при возникновении реальной опасности. Практические навыки являются необходимым и важнейшим условием адаптации к экстремальным условиям, с учетом фактора индивидуальности психики каждого человека.

Рекомендуют, чтобы к завершению обучения обучающиеся обладали знаниями в области пожарной безопасности и знали: пожар как явление, способы тушения возгораний; общие требования правил пожарной безопасности в школе и быту. Они также должны уметь оценивать обстановку при возникновении возгорания и пользоваться первичными средствами пожаротушения.

Отсюда следует, что предмет основы безопасности жизнедеятельности должен быть максимально практико-ориентированным. Приоритет при обучении должен отдаваться тем занятиям, которые формируют практические умения и навыки. Использовать педагогические возможности и знания для их формирования является посильной задачей преподавателя-организатора в образовательной организации.

Важным направлением повышения психической устойчивости обучающихся является использование специальных методологических приемов в ходе процесса обучения, это:

1. Выработка психологической устойчивости при возникновении информационной неопределенности (много информации или ее не хватает), чтобы обеспечить безопасность.

2. Выполнение заданий в условиях ограниченного времени, что дает навык сосредотачиваться на конкретных практических действиях и оказывает меньшее стрессовое воздействие на психику.

3. Моделирование экстремальных условий при проведении учебных занятий, как на местности, так и в учебных аудиториях.

Умение применять результаты обучения в реальных жизненных ситуациях формирует у людей компетентность в уменьшении угроз, возникающих в окружающем нас пространстве. Повышение уровня психической устойчивости при чрезвычайных ситуациях, возникающих в повседневной деятельности, определено действующими образовательными стандартами. Учебники, по которым рекомендовано проводить сегодня занятия, в том числе и по основам безопасности жизнедеятельности, утверждены Министерством просвещения РФ в 2020 году. Они хорошо раскрывают основы безопасного поведения и вопросы, связанные с психологической устойчивостью обучаемых [1].

Одним из способов оценки уровня знаний и психологической устойчивости является решение ситуационных задач, основанных на конкретных жизненных ситуациях. Оценка уровня психологической устойчивости определяется критериями и методами различных авторов, проводивших исследования по данному направлению. Повышение стрессоустойчивости психического здоровья в экстремальных ситуациях включает в себя оценку уровня реактивности, психического равновесия, тревожности и профессионализма. Это наиболее важные компоненты, определяющие психологическую устойчивость, как важнейшую составляющую безопасности жизнедеятельности.

Вопрос оценки уровня психологической устойчивости человека, пока остается незавершенным и открытым. Однако, использование в педагогической практике методик, направленных на повышение уровня психической устойчивости, не только вполне оправдано, но и необходимо [3].

Выводы: Психологическая устойчивость определяет алгоритм действий индивида в экстремальных ситуациях и является одной из главных задач изучения основ безопасности жизнедеятельности. Чрезвычайные ситуации вряд ли удастся полностью исключить из нашей жизни, поэтому образовательный процесс является важнейшим условием адаптации человека к экстремальным условиям и выживанию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ № 254 от 20 мая 2020 г. «Об утверждении федерального перечня учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность».

2. *Виноградова Н.Ф., Смирнов Д.В., Сидоренко Л.В.* «Основы безопасности жизнедеятельности: 8 – 9 классы». Учебник. ООО Издательский центр «Вентана – Граф», 2020 г.

3. *Ким С.В., Горский В.А.* «Основы безопасности жизнедеятельности: 10 – 11 классы». Учебник. М. «Вентана - Граф», 2019 г.

РАЗДЕЛ 4

ИНФОРМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК: 355.4; 623.64

Д. Б. Алешин¹, Д. И. Новоселов², Ю. В. Куршанов¹

¹ФГБУ «27 ЦНИИ» Минобороны России

²Академия гражданской защиты МЧС России

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ ПО РАЗВИТИЮ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЗАСЕЧКИ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ

Аннотация: в статье рассмотрены некоторые вопросы, посвященные проблемам обнаружения и засечки ядерных взрывов. Анализируются общие принципы обнаружения и засечки ядерных взрывов, рассматриваются основные задачи обнаружения и засечки ядерных взрывов в военное время. Рассматривается функционирование детекторы обнаружения ядерных взрывов на борту систем космического базирования. Приводятся некоторые сведения о системах обнаружения и засечки ядерных взрывов вооруженных сил иностранных государств, в частности США. Рассматривается космическая система обнаружения ядерных взрывов США Nuclear Detonation Detection System. Приводятся основные потребители информации о ядерных взрывах в США. Прогнозируется, что дальнейшее улучшение эффективности функционирования систем контроля ядерных взрывов предполагает увеличение количества пунктов контроля в различных районах Земли.

Ключевые слова: военная доктрина; военно-политическая обстановка; международная система мониторинга; обнаружение и засечка ядерных взрывов; стратегические ядерные силы; ядерные державы; ядерный взрыв; ядерное оружие.

D. B. Aleshin, D. I. Novoselov, Yu. V. Kurshanov

ANALYSIS OF INFORMATION ON DEVELOPMENT OF SYSTEMS AND MEANS FOR DETECTION AND DETECTION OF NUCLEAR EXPLOSIONS

Abstract: the article discusses some issues related to the problems of detecting and detecting nuclear explosions. The general principles of detecting and detecting nuclear explosions are analyzed, the main tasks of detecting and detecting nuclear explosions in wartime are considered. The operation of nuclear explosion detection detectors on board space-based systems is being considered. Some information is given about the detection and detection systems of nuclear explosions of the armed forces of foreign states, in particular the United States. The Nuclear Detection Detection System of the United States is being considered. Basic consumers of information about nuclear explosions in the United States are given. It is predicted that further improvement in the efficiency of nuclear explosion control systems implies an increase in the number of control points in the personal areas of the Earth. **Keywords:** detection and detection of nuclear explosions; international monitoring system; military doctrine; military-political situation; strategic nuclear forces; nuclear powers; nuclear explosion; nuclear weapons.

Проблемы обнаружения и засечки ядерных взрывов в военное время посредством специальных технических систем решаются только в странах, которые обладают ядерным оружием или наиболее развиты в техническом отношении.

В США, и странах, которые входят в военный блок НАТО, Китае и некоторых других странах эта задача возложена на специальные формирования вооруженных сил. В Японии и ряде других стран эти задачи решаются в общей системе оповещения о природных катаклизмах (землетрясениях, цунами и др.) и техногенных авариях (аварии на атомных электростанциях (далее – АЭС), предприятиях промышленности и др.). В странах, которые ранее входили в состав Варшавского Договора или примыкали к нему и не вошли в состав НАТО и другие блоки, обнаружение и засечка ядерных испытаний (далее – ОЗЯВ) в военное время осуществляется, как правило, в общей системе радиационной, химической и биологической защиты (далее – РХБЗ).

Общие принципы обнаружения и засечки ядерных взрывов.

В настоящее время в зависимости от стратегического или тактического сценария применения ядерного оружия, внезапно или уже в ходе боевых действий на театре военных действий (далее – ТВД) используются различные системы ОЗЯВ.

Основными задачами ОЗЯВ в военное время являются [1]:

установление факта применения противником ядерного оружия;

определение параметров ЯВ в контролируемом районе с целью выявления масштабов и оценки последствий применения ЯО;

контроль результатов своих ядерных ударов по противнику.

В случае внезапного ядерного удара проведение засечки осуществляется с использованием систем космического базирования или стационарных автоматизированных систем засечки, которые несут круглосуточное боевое дежурство.

Системы космического базирования предназначены для обнаружения и засечки ядерных взрывов на поверхности Земли, в атмосфере и космическом пространстве.

На борту космического аппарата (далее – КА) устанавливаются детекторы обнаружения ядерных взрывов (далее – ЯВ) на базе светотехнических (оптикоэлектронных, теплооптических), ионизирующих излучений (рентгеновское, нейтронное и др.) и регистрации электромагнитных излучений (далее – ЭМИ).

В случае ведения боевых действий на ТВД для засечки ЯВ используются мобильные средства засечки, которые разворачиваются в случае угрозы применения противником ядерного оружия. Эти средства обеспечивают контроль за ЯВ в ограниченных зонах. Они используют различные методы обнаружения ЯВ, но наиболее эффективные системы построены на базе светотехнического и радиотехнических методов.

Системы обнаружения и засечки ядерных взрывов вооруженных сил иностранных государств.

Первые системы ОЗЯВ были разработаны в США и необходимо констатировать, что до сих пор американцы сохранили в этом направлении лидирующие позиции.

В США с 1962 г. развернута и успешно применяется система 447L (NUDETS). Она использует более 300 станций ближнего обнаружения ЯВ, а так же комплекс, состоящий из 52 станций дальнего обнаружения. Эти станции позволяют контролировать более 100 военно-промышленных объектов. Так же в США недалеко от г. Вашингтон развернут автономный комплекс AN/TSS-3, который имеет задачей обнаружение ЯВ непосредственно в столице США. Данный комплекс включает в себя

4 пункта и центр обработки данных. Все перечисленные средства позволяют осуществлять ОЗЯВ на территории всех США [2]. По мнению экспертов, не исключается возможность засечки ЯВ с помощью Национальной сети обнаружения молний.

Средствами ОЗЯВ оборудуются командные пункты, корабли военно-морского флота. Детекторы ОЗЯВ, работающие на различных признаках обнаружения ядерных взрывов, входят в состав многих разведывательно-сигнализационных систем и разведывательно-сигнализационных приборов [3].

В военное время противником в качестве целей для ядерного удара может быть выбраны различные цели (объекты). Поэтому на этих объектах устанавливаются датчики, которые сигнализируют о текущем состоянии объектов.

С развитием космических технологий основой систем ОЗЯВ США стали средства на базе космических аппаратов.

В США развернута и функционирует космическая система обнаружения ядерных взрывов (Nuclear Detonation Detection System, далее – NDS). На КА GPS устанавливается специальная бортовая аппаратура ОЗЯВ. Так же она устанавливается на КА системы раннего предупреждения о пусках баллистических ракет (Defense Support Program, далее – DSP) и наземные средства обработки и управления.

Система NDS создана для информационного обеспечения задач управления ядерными силами, своевременного предупреждения о ядерном ударе и оценки его результатов, а также мониторинга ядерных испытаний. Она обеспечивает обнаружение, определение координат, мощности и времени ЯВ в атмосфере Земли и околоземном космическом пространстве и выдачу сообщений в масштабе времени, близком к реальному. В период военных действий с применением ядерного оружия основная роль в обеспечении информацией о ЯВ отводится системе GPS/NDS.

Основными потребителями информации о ЯВ в США являются:

военно-политическое руководство США;

стратегическое командование США;

космическое командование ВВС США;

центр технических применений ВВС США;

командующие на ТВД, другие объединенные и специальные командования вооруженных сил США.

Компонент управления системы представляет собой стационарный пункт управления, расположенный совместно с командным пунктом командования воздушно-космической обороны (North American Aerospace Defense Command, далее – NORAD) и состоит из наземных аппаратных средств и программного обеспечения, известных как объединенная система сопоставления и отображения данных (далее – ICADS). ICADS – ключевая часть американской системы обнаружения ядерных взрывов (далее – USNDS). В систему ICADS поступают сообщения о ЯВ от спутников DSP и спутников GPS. Система ICADS предназначена для решения двух ключевых задач системы NDS: информационного обеспечения объединенной системы предупреждения и оценки результатов удара (задача NORAD/USSPACECOM) и задачи мониторинга ядерных испытаний (задача AFTAC).

Аппаратура потребителей системы NDS ориентирована на военное время и состоит из аппаратуры наземных (бортовых) терминалов (Ground NDS Terminals, далее – GNT), приемник которых позволяет получать информацию от спутников GPS. Аппаратура потребителей, также как и система ICADS, обеспечивает оценку

координат и параметров ЯВ и проведение расчетов по оценке результатов ядерных ударов, используя специальные базы данных. Первые образцы объединенных наземно-самолетных терминалов типа G/AIT (Ground/Airborne Integrated Terminal) были созданы в 1986 году. В настоящее время образцы бортовых терминалов (комплекты наземной аппаратуры массой 300 кг изготавливаются в виде стандартного оконечного устройства с отображением данных на экране дисплея в реальном масштабе времени) установлены на мобильных пунктах управления объединенного космического (USSPACECOM) и стратегического (USSTRATCOM) командований. В 2008 году изготовлен и поставлен заказчику образец модернизированного мобильного терминала, обеспечивающего прием и обработку данных от перспективной аппаратуры обнаружения КА GPS Block IIF.

Учитывая, что практические возможности отдельных пунктов в системах контроля доведены к настоящему времени до своего физического предела по регистрации физических эффектов, сопровождающих ЯВ, дальнейшие попытки повышения их эффективности не могут серьезно повлиять на качество ядерного мониторинга. Центр тяжести такой работы переносится сейчас на обрабатывающие центры глобальной системы и подсистем стран-участниц. Однако и здесь возможности эффективной обработки близки к пределу. Выход состоит только в увеличении количества пунктов контроля, участвующих в общей обработке, и приближении их к объекту контроля (взрыву). Этот путь сейчас возможен благодаря наличию высокоскоростных каналов связи и быстрой компьютерной обработке всей поступающей информации, а также благодаря возможности ее длительного хранения и использования. Пунктами контроля здесь могут быть не только станции специальных систем мониторинга, но и станции других исследовательских, специальных и прочих систем (сейсмические, акустические, аэрозольные и др.), которые практически есть во всех районах земного шара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ инновационных направлений развития систем и средств засечки ядерных взрывов / Д. Б. Алешин, Е. Ю. Сербиненко, О. А. Сиренко [и др.] // Экономика. Право. Инновации. – 2020. – № 1. – С. 48-56. – EDN GQTOGI.
2. Рыбин, И. А. Оптический метод обнаружения и засечки ядерных взрывов в наземных системах информационного обеспечения / И. А. Рыбин, О. И. Ковалевская, В. П. Бусыгин // Военная мысль. – 2019. – № 5. – С. 75-85. – EDN ZEEVJV.
3. Алешин, Д. Б. Анализ основных трендов развития систем и средств засечки ядерных взрывов / Д. Б. Алешин, В. К. Гречушкин, Д. И. Новоселов // Сборник трудов конференции - Одиннадцатого межвузовского дня научного творчества по государственному и муниципальному управлению : Сборник трудов конференции, Химки, 23 апреля 2022 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2022. – С. 86-93. – EDN GLQAZK.

УДК 004

Е. С. Ваганова, И. В. Горбачев

Ульяновский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА ПРИЕМНОЙ КОМИССИИ

Аннотация: авторами проанализирован адаптивный механизм управления эффективностью организации работы приемной комиссии. Предлагается использование онтологии в качестве образовательной системы для обучения технического персонала приемной комиссии, составлена UML-диаграмма вариантов использования с указанием функционала разрабатываемой программной системы.

Ключевые слова: базы знаний, онтология, приемная комиссия, UML-диаграмма, семантическая сеть.

E. S. Vaganova, I. V. Gorbachev

DEVELOPMENT OF ONTOLOGY FOR TRAINING THE TECHNICAL STAFF OF THE ADMISSION COMMISSION

Annotation: the authors analyzed the adaptive mechanism for managing the selection committee work organization effectiveness. It is proposed to use the ontology as an educational system for training the technical staff of the admission committee; a UML diagram of use cases has been compiled indicating the functionality of the software system being developed.

Keywords: knowledge bases, ontology, admission committee, UML diagram, semantic network.

Тенденции развития современного общества характеризуются постоянным увеличением знаний, которые являются самым ценным ресурсом, и в свою очередь работодатели повышают требования к профессиональным компетенциям сотрудников. Следовательно, возникает необходимость в разработке инновационных способов систематизации, структуризации и формализации имеющихся знаний и создание таких информационных систем, которые позволяли бы оперативно корректировать, дополнять имеющуюся базу знаний.

Полноценная база знаний позволяет достаточно быстро получать необходимую информацию на интересующий вопрос. Базы знаний являются динамичным информационным инструментом и поэтому могут выступать в роли системы обучения. Существуют различные модели представления баз знаний [4]. На данный момент набирает популярность онтологический подход для представления знаний [1,3].

Данная работа посвящена разработке обучающей онтологии для технического персонала приемной комиссии (ПК). Использование онтологии в обучении является адаптивной реакцией на рост объемов знаний и требований к уровню подготовки персонала. Проанализировав литературу [2], установлено, что адаптивной считается такая система, которая может приспосабливаться к изменениям внутренних и внешних условий. Так состав приемной комиссии ежегодно утверждается руководителем организации и в различных университетах может отличаться [5]. В

Ульяновском государственном техническом университете в руководящий состав приемной комиссии входят: председатель приемной комиссии, заместитель председателя комиссии, заведующие кафедрами, секретариат. Динамичными членами приемной комиссии являются технический персонал, формируемый из числа научно-педагогического состава, инженерно-технических работников, учебно-вспомогательного персонала университета. Кроме того, правила приема ежегодно претерпевают изменения, поэтому благодаря использованию обучающей онтологии, возможно, решить многие проблемы и адаптироваться к данным изменениям.

На рис. 1 представлена возможная адаптация приемной комиссии к изменяющимся условиям. Так, к стратегическому контуру управления можно отнести адаптацию к кардинальным изменениям в правилах приема и всё, что с ними связано (сроки приема, минимальные баллы), к тактическому – организация работы ПК (использование новых технологий для обучения персонала); к оперативному – решение возникающих проблем при помощи взаимодействия с другими структурами университета (обращение в техническую поддержку).

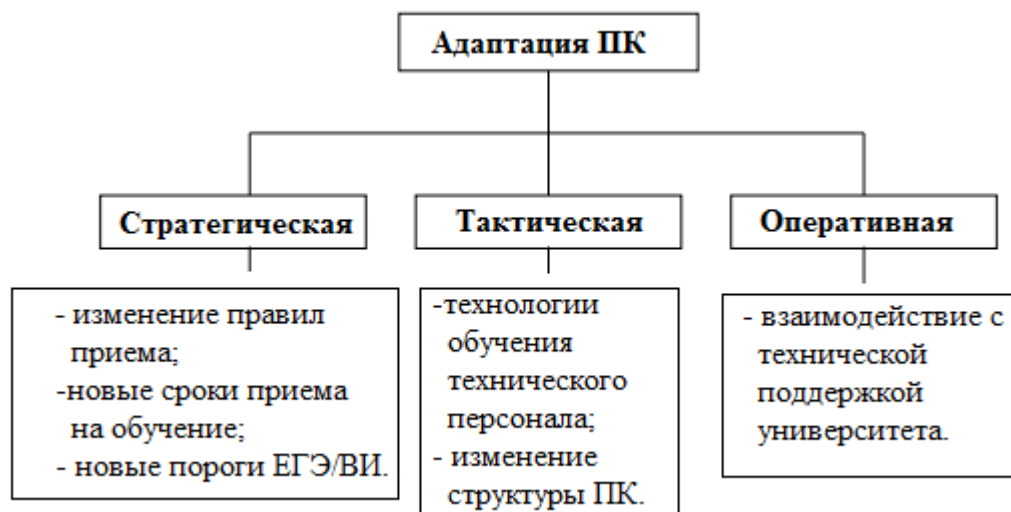


Рис. 1. Адаптационный механизм приемной комиссии

Следует отметить, что в обязанности технического персонала входит прием документов; консультирование; оформление личных дел абитуриентов; ответы на вопросы поступающих. Таким образом, от правильности и полноты заполненной ими информации (уровень предыдущего образования, перечень предметов, необходимых для поступления) зависят рейтинговые списки абитуриентов, приказы о зачислении.

Для того, чтобы показать, какой функционал разрабатываемой программной системы доступен каждой группе пользователей и как происходит коммуникация технического персонала и абитуриента была составлена UML-диаграмма диаграмму вариантов использования UML (англ. "Unified Modeling Language"), которая является стандартизированным языком моделирования при проектировании программ (рис.2).

Алгоритм действия технического персонала при обучении заключается в следующем: воображаемый абитуриент предоставляет информацию о документе, об образовании, имеющихся результатах экзаменов, а технический персонал вносит все эти данные в соответствующие вкладки в редакторе онтологии. Для разработки обучающей онтологии использовали редактор Protege 4.3.

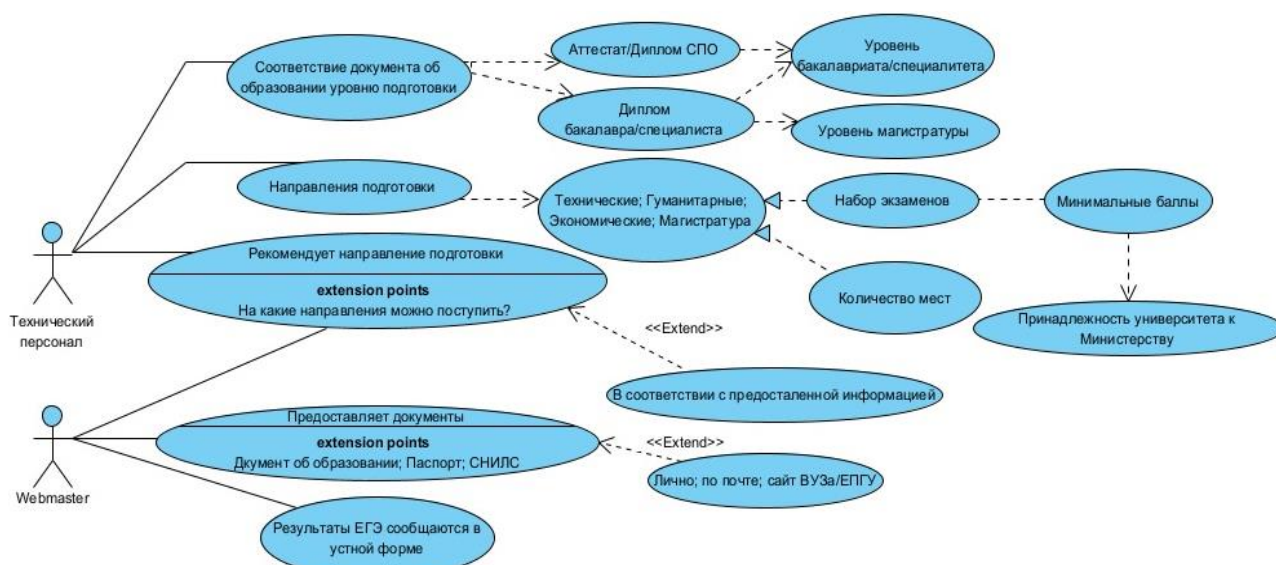


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования обучающей онтологии «Абитуриент»

После того, как внесена вся необходимая информация, включается в работу машина вывода Reasoner для проверки согласованности и автоматического извлечения знания о возможности «быть рекомендованным к зачислению» (согласно документу об образовании и имеющимся результатам экзаменов), либо же абитуриент будет отнесен к подклассу «Не прошел контроль» (рис.3).

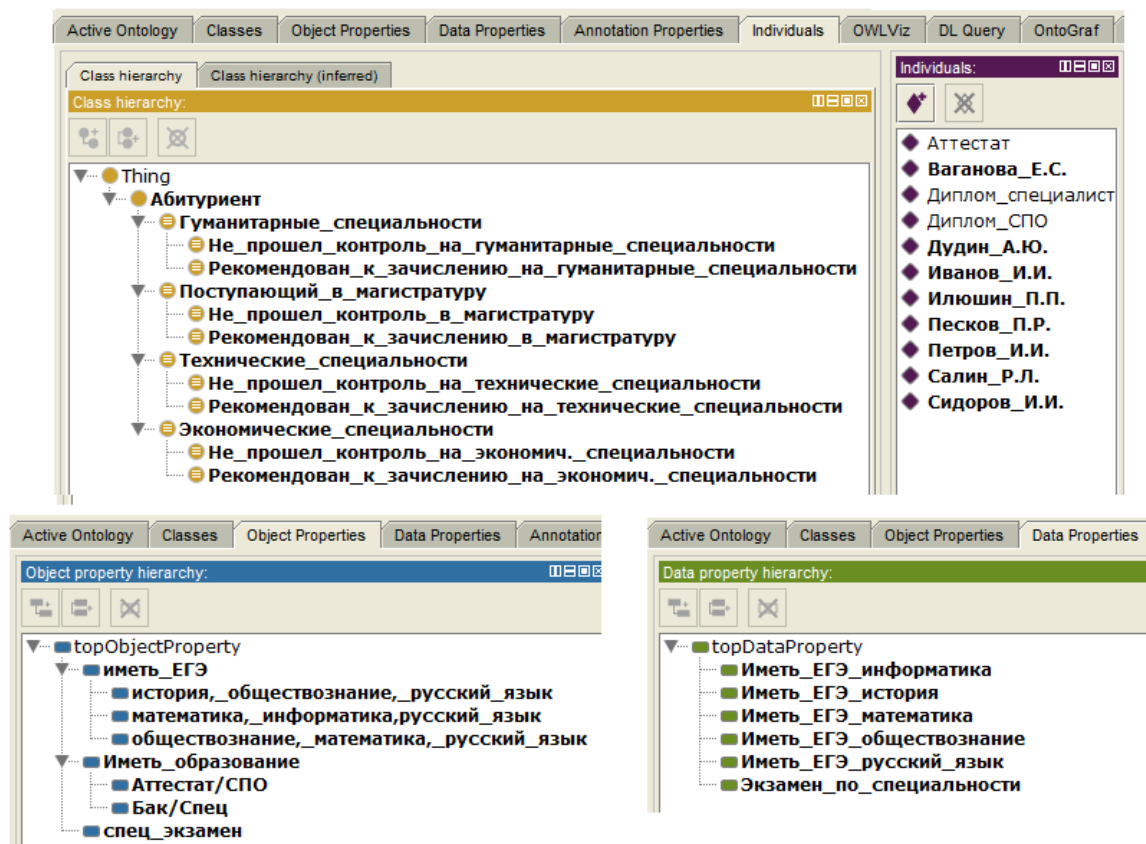


Рис. 3. Фрагмент учебной онтологии «Абитуриент»

Следует отметить, что онтологии относят к рекомендательным экспертным системам, поскольку могут использоваться в базах знаний для обнаружения новых фактов, выявления взаимосвязей между элементами [5]. Таким образом, содержание разрабатываемой обучающей онтологии предназначено для того, чтобы технический персонал мог использовать автоматизированную систему для рекомендации подачи документов для поступления на ту или иную специальность в вузе.

Далее, в рамках данной работы, предстоит расширять онтологическую базу знаний введением дополнительных понятий и отношений (сроки получения документа об образовании, детализация специальностей), проверять онтологию на противоречивость при получении списков рекомендованных абитуриентов к зачислению и внедрять её в процесс обучения технического персонала приемной комиссии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Верхотурова Ю. С.* Онтология как модель представления знаний // Вестник Бурятского государственного университета. 2012. № 15. С. 32-37.
2. *Гатауллин М., Малыхин В.И., Гончаров Л.Л.* Знания их количество операция над ними // Вестник Университета № 11, 2015. С. 94-99.
3. Онтология (информатика) - Ontology (information science) Онтология (информатика) - [https://ru.abcdef.wiki/wiki/Ontology_\(information_science\)](https://ru.abcdef.wiki/wiki/Ontology_(information_science))
4. *Похилько А. Ф.* Моделирование процессов и данных с использованием CASE-технологий / А. Ф. Похилько, И. В. Горбачев, С. В. Рябов. – Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2014. – 163 с.
5. Приемная комиссия: что это такое и как связывает ВУЗ и абитуриента. Источник: <https://vyuchit.work/samorazvitiye/sekretyi/priemnaya-komissiya.htm>.

УДК 336.011

К. В. Велисевич¹, М. Г. Есина²

¹Российская академия народного хозяйства и государственной службы

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация: в статье рассмотрены и обобщены статистические данные с официальных источников для изучения уровня финансовой грамотности населения Российской Федерации.

Ключевые слова: финансовая грамотность, уровень финансовой грамотности населения.

K. V. Velisevich, M. G. Esina

FINANCIAL LITERACY OF THE POPULATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract: the article considers and summarizes statistical data from official sources to study the level of financial literacy of the population of the Russian Federation

Keywords: financial literacy, the level of financial literacy of the population.

Экономическая сфера является неотъемлемой частью жизнедеятельности общества. Человек является центральной фигурой экономики, наделённой множеством ролей. Каждый из нас в определённой степени является потребителем, налогоплательщиком, участником трудовых отношений и тем самым вносит определённый вклад в экономику страны. В современном мире большую роль играет умение распоряжаться собственным бюджетом, поскольку финансовая безграмотность может привести к серьёзным проблемам: долгам, банкротству, дефициту денежных средств, бедности и многим другим. Ежедневно люди становятся жертвами мошенников, берут кредиты под большие проценты, совершают невыгодные сделки и тем самым теряют свои деньги. Чтобы избежать таких проблем, людям стоит задуматься о своей финансовой грамотности.

Финансовая грамотность представляет собой совокупность базовых знаний и навыков в области финансов, банковского дела, страхования, которые в свою очередь позволяют человеку правильно вести собственный бюджет, рационально подходить к выбору необходимых финансовых продуктов и услуг, грамотно сберегать финансовые ресурсы и распознавать мошеннические схемы и уловки.

Уровень финансовой грамотности человека оказывает большое влияние как на его собственную жизнь и личные финансовые дела, так и на экономику страны, в которой он живёт. Повышение уровня финансовой грамотности граждан способствует развитию экономических отношений и поддержанию стабильности в обществе.

Согласно аналитике НАФИ с 2018 года для измерения уровня финансовой грамотности используется Индекс финансовой грамотности, отражающий способность человека к разумному управлению личными финансами. Известно, что показатель измеряется в диапазоне от 1 до 21 балла. Статистика показывает, что в 2022 году Индекс финансовой грамотности россиян составил 12,79 балла, что на 5,5 % больше результата 2018 года (12,2 балла).

Аналитиками были сделан следующий вывод: «Наиболее финансово грамотные жители России – это мужчины и женщины старше 45 лет, люди, имеющие высшее образование, а также жители крупных городов. Низкий уровень финансовой грамотности характерен для неработающих россиян, а также жителей сельских или отдалённых районов. В динамике за 4 года доли россиян, имеющие высокий и средний уровень грамотности, постепенно растут, а доля россиян с низким уровнем финансовой грамотности снижается. За последние четыре года значительно большее число людей стали в том или ином виде вести семейных бюджет, фиксировать свои траты и стремиться к балансу между доходами и расходами (рост на 18 % до 65 %). На 33 % выросла доля тех, кто в течение года копил на что-либо деньги (в 2022 году – 73 %). Более внимательно следить за состоянием своих финансов стали 78 % россиян (в 2018 году эта доля составляла 70 %). В числе негативных трендов – рост доли тех,

кто сталкивался с ситуацией, когда их доходов не хватает на покрытие всех расходов на проживание (48 %, на 17 % больше прошлого результата), снижение доли тех, кто знает, что можно потерять все деньги, если сберегать их только в одном месте (58 %, на 8 % меньше прошлого результата). Несколько чаще россияне также стали затрудняться с расчетом процентов по кредитам и вкладам (выросло на 11 % и более в зависимости от вопроса)» [1].

В 2022 году Институтом фонда «Общественное мнение» (инФОМ) по заказу Банка России было проведено исследование основных показателей финансовой грамотности граждан. Согласно данным, опрос проводился среди взрослых людей и молодежи в возрасте от 14 до 22 лет, и в нем приняли участие более 4 тыс. человек из 207 городов и сел большинства субъектов Российской Федерации. Результаты исследования приведены в таблице.

Таблица. Основные показатели финансовой грамотности граждан РФ

Знания	Разница за 5 лет	2017	2018	2020	2022
Умеют рассчитать простой процент		31 %	30 %	29 %	30 %
Понимают суть ссудного процента		68 %	74 %	76 %	75 %
Понимают суть инфляции		78 %	81 %	79 %	81 %
Понимают принцип диверсификации		68 %	69 %	69 %	68 %
Понимают, что чем выше доходность, тем выше риск		53 %	52 %	51 %	51 %
Осведомлены об организациях, занимающихся защитой прав потребителей на финансовом рынке		38 %	39 %	50 %	51 %
Поведение					
Делали сбережения за последний год		47 %	47 %	48 %	45 %
Хватает доходов на покрытие расходов		54 %	56 %	61 %	62 %
Сравнивают условия предоставления финансовых услуг в различных компаниях при выборе услуги		23 %	21 %	23 %	27%
Принимают самостоятельные решения о своих финансах		38 %	40 %	44 %	51 %
Располагают запасом средств для непредвиденных жизненных ситуаций (на месяц и более)		37 %	40 %	47 %	47 %
Установки					
Считают, что важно заботиться о завтрашнем дне		53 %	56 %	56 %	50 %
Осознают обязательность платежей		65 %	68 %	67 %	69 %

Зелёным фоном выделен рост, красным – снижение показателя по сравнению с 2020 годом. Стрелками выделены рост и снижение показателей за 5 лет по сравнению с 2017 годом. На основе данных таблицы можно сделать вывод о том, что в период с 2020 по 2022 год повысился уровень знаний населения в области финансов. В 2022 году люди стали более внимательны к своим расходам: увеличилось количество людей, которые самостоятельно принимают решения, связанные с деньгами, сравнивают разные варианты при выборе финансовых услуг, ответственно относятся к выплатам по кредитам. На том же уровне остались показатели того, что у людей достаточно средств на свои расходы, что они обладают «финансовой подушкой» для непредвиденных жизненных ситуаций. Но вместе с тем снизилось количество людей, делающих сбережения.

Аналитики делятся следующими выводами своего исследования: Среди людей в возрасте от 14 до 22 лет за пять лет увеличилось число тех, кто умеет рассчитать простой процент и понимает суть ключевых финансовых индикаторов. Таким образом, общий уровень финансовых знаний повысился. При этом молодые люди больше, чем взрослые, ориентированы на планирование будущего и на сбережения, а не на трату денег. Кроме того, они чаще сравнивают варианты при выборе финансовых услуг и в целом демонстрируют бóльшую осознанность в своем финансовом поведении и установках, нежели остальные потребители. В 2022 году о финансовых потерях из-за мошенников сообщили 20 % респондентов (в 2020 году — 12 %). Таких граждан стало больше в основном за счет роста числа пострадавших от взаимодействия с телефонными мошенниками» [2].

Чтобы подробнее рассмотреть вопрос о финансовой грамотности населения нашей страны, обратимся к глобальной статистике, составленной международным рейтинговым агентством «Standart and Poog's». Согласно данным, в исследовании приняло участие более 150 тысяч человек из 148 стран. В результате исследования получены следующие выводы: «В России доля финансового грамотного населения составила всего 38 %. И это более чем в 1,5 раза ниже, чем в развитых странах, где доля финансово-грамотного населения составила от 45 % до 70 %. Самым сложным вопросом оказался первый вопрос про диверсификацию рисков. На него ответили лишь 35 % всех респондентов.

На основе данных опроса мужчины более финансово-грамотны, чем женщины, как в развитых странах, так и в развивающихся. Также в ходе исследования было установлено, что молодежь во всех странах является более финансово-грамотной, чем предшествующие поколения» [3].

Более трети населения Российской Федерации разбирается в базовых финансовых вопросах и умеет самостоятельно распоряжаться личным бюджетом. Динамика уровня финансовой грамотности за последние годы является положительной, однако большинство людей не обладают достаточными знаниями и навыками в области финансов, чтобы умело ими распоряжаться. Низкий уровень финансовой грамотности ограничивает возможности граждан по принятию верных решений для обеспечения собственного финансового благополучия. Таким образом, данная тема актуальна для населения Российской Федерации и требует своего развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://nafi.ru/analytics/72-rossiyan-imeyut-sredniy-ili-vysokiy-uroven-finansovoy-gramotnosti/>
2. https://cbr.ru/analytics/szpp/fin_literacy/fin_ed_4/
3. <https://fin-plan.org/blog/planirovanie/kto-samy-finansovo-gramotnyy-v-mire/>

УДК: 314.02

Е. Н. Грачёва¹, М. Г. Есина²

¹Российская академия народного хозяйства и государственной службы

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОКРАЩЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В МАЛЫХ ГОРОДАХ И ПОСЁЛКАХ РОССИИ НА ПРИМЕРЕ ПОСЁЛКА ПАЛЕХ

Аннотация: в статье рассматриваются и сравниваются основные демографические показатели п. Палех Ивановской области, свидетельствующие о снижении численности населения в посёлке, которое связано с высокой смертностью, низкой рождаемостью и миграциями. Исследование базируется на показателях официальной статистики, отчетах органов муниципальной власти и главы региона.

Ключевые слова: малые города, численность населения, депопуляция, миграции, смертность, рождаемость.

E. N. Gracheva, M. G. Esina

FINANCIAL LITERACY OF THE POPULATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract: the article discusses and compares the main demographic indicators of the village of Palekh, Ivanovo region, indicating a decrease in the population in the village, which is associated with high mortality, low birth rates and migrations. The study is based on official statistics, reports of municipal authorities and the head of the region.

Keywords: small towns, population, depopulation, migration, mortality, birth rate.

Исследование вопросов демографии является достаточно актуальной темой в настоящее время. За последние 15 лет население малых российских городов сократилось почти на 1,5 млн человек. Об этом в 2019 году сообщила вице-премьер России Татьяна Голикова. Такие тенденции наблюдаются и в Палехе, где, согласно данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ивановской области, за последние 5 лет численность населения сократилась более чем на 200 человек (табл.1) [2].

Таблица 1. Численность населения в посёлке Палех на конец года, человек

Год	Численность населения пгт Палех
2018	4801
2019	4710
2020	4620
2021	4610
2022	4587

Такая отрицательная статистика обусловлена различными причинами.

Необходимо отметить, что в Палехе уже много лет смертность превышает рождаемость. Так, анализируя данные Палехского районного филиала Комитета Ивановской области ЗАГС, можно сказать, что ежегодно на одного родившегося приходится в среднем четыре умерших жителя Палеха. (табл.2) [3].

Таблица 2. Количество родившихся и умерших на конец года, человек

Год	Рождаемость, количество человек	Смертность, количество человек
2018	28	87
2019	30	89
2020	19	78
2021	22	89
2022	18	78

В первую очередь это связано с качеством здравоохранения, недостатком высококвалифицированных специалистов. Особенно сильный удар по здоровью и продолжительности жизни нанесла пандемия.

Во-вторых, сокращение численности населения посёлка связано и с миграциями. Большое количество подростков имеет целью уехать в областной центр либо другой регион, так как в Палехе есть лишь одно учреждение профессионального образования, ориентированное на художественное творчество. А более взрослая часть населения не желает работать в посёлке, так как зарплаты на местных предприятиях небольшие. По данным исследования ВЦИОМ, проведенного в 2021 году, в малых городах и посёлках всё больше пессимистических настроений. Люди считают, что «все приходит в упадок» [4]. При этом и городская инфраструктура слабо развита: в посёлке нет кинотеатра, парков развлечений или театров, а музеи и выставки мало привлекают молодёжь.

Также в регионе наблюдается превосходство нетрудоспособного населения над трудоспособным и превосходство населения пенсионного возраста (старше трудоспособного возраста) над населением, не достигшим трудоспособного возраста (рис. 1) [2]. Это свидетельствует о высоком уровне демографической старости. Причем старение идет «снизу» – за счет снижения рождаемости, а не за счет увеличения продолжительности жизни, а значит, замещение трудоспособной части населения не обеспечено.

Ухудшение демографической ситуации является одной из главных проблем, стоящих на пути положительного и успешного развития малых городов и посёлков России.

Следует заметить, что причины данного явления упираются в ограниченные финансовые возможности малых городов и районов страны. Финансирование посёлков и городов определяется из расчёта количества населения: логичнее вкладываться туда, куда стремятся люди. Но в таком случае население и будет стремиться в города, ведь в посёлках уровень жизни в разы ниже. Так, зачастую бюджета хватает только на поддержание жизненно-важных систем: подача теплоэнергии, водоснабжение домов, уборка улиц от снега. Средств же на создание и строительство досуговых центров, мест для отдыха и качественного улучшения инфраструктуры, а, следовательно, и качества жизни населения, не остаётся



Рис. 1. Распределение населения Палехского муниципального района по основным возрастным группам

Для решения этой значимой проблемы губернатор Ивановской области Станислав Воскресенский предложил концепцию «Пяти шагов к малому городу мечты», которую изложил в статье «Малые города России: размышляя о будущем». В качестве основных способов борьбы с вымиранием малых городов руководитель региона предложил следующее: введение льгот для предпринимателей; обеспечение малых городов базовой необходимой инфраструктурой: проведение газификации, интернета и обеспечение транспортной доступности; перенос ряда госучреждений и компаний в малые города региона; создание модели развития и привлечения кадров в здравоохранение и образование сельских районов и, наконец, пополнение бюджетов малых городов и районов путём частичного распределения налога на доходы физических лиц в местные бюджеты, а не в бюджеты компаний. [1]

Данные меры поспособствуют улучшению качества жизни населения, появлению новых рабочих мест и привлечению туристов в города и посёлки региона.

Такой комплекс решений является логичным и необходимым для борьбы с проблемой депопуляции. Также для привлечения туристов и, следовательно, инвестиций в малые города как Ивановской области, так и всей страны, необходимо

развивать традиционные, градообразующие промыслы и ремёсла этих населённых пунктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малые города России: размышляя о будущем – Станислав Воскресенский, губернатор Ивановской области, Российская газета - Федеральный выпуск: №9 (8954)
2. Сайт статистики - Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ивановской области (gks.ru)
3. Палехский районный филиал Комитета Ивановской области ЗАГС
4. Всероссийский центр изучения общественного мнения - ВЦИОМ. Новости (wciom.ru)

УДК: 332.122.6

В. А. Драбенко¹, В. А. Лобанова², Ю. В. Капральный²

¹Государственный институт экономики, финансов, права и технологий, г. Гатчина

²ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

ВЛИЯНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА НА РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ В РОССИИ

Аннотация: в Российской Федерации наблюдается постепенный рост электронного бизнеса. Развиваются сферы, полностью затрагивающие данный сегмент экономики. Но при этом процессе возникают некоторые проблемы, которые в большой степени мешают полноценному росту электронной коммерции. В данной статье приводятся варианты решения разобранных проблем.

Ключевые слова: интернет, электронный бизнес, экономика, коммерция, Российская Федерация.

V. A. Drabenko, V. A. Lobanova, Yu. V. Kapralnyi

GOVERNMENT INFLUENCE ON THE DEVELOPMENT OF E-COMMERCE IN RUSSIA

Annotation: there is a gradual growth of electronic business in the Russian Federation. Areas that fully affect this segment of the economy are developing. But in this process, some problems arise that greatly hinder the full-fledged growth of e-commerce. This article provides solutions to the analyzed problems.

Keywords: internet, electronic business, economy, commerce, Russian Federation.

Электронный бизнес, несомненно, является развивающейся сферой экономики. Он представляет бизнес-структуру, где происходящие процессы, а именно передача данных - коммерческие транзакции - осуществляются посредством информационных систем.

Одним из главных критериев такого бизнеса является электронная коммерция. Этот термин определяет виды сделок, который проводятся при использовании информационных систем.

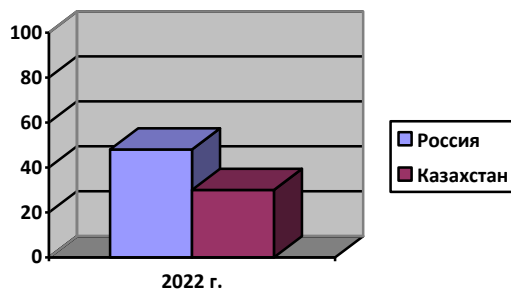


Диаграмма 1. Сравнение использования электронной коммерции покупателями в России и Казахстане за 2022 год (%)

Для повышения эффективности бизнеса многие компании принимают решение в пользу электронного бизнеса. Он может позволить быстрое взаимодействие между партнёрами и создать интегрированную цепочку добавленной стоимости.

Что может обеспечить электронный бизнес? Ряд таких пунктов довольно-таки обширен.

1. Повышение доходов за счет создания новых каналов получения прибыли и увеличения продаж.
2. Уменьшение издержек, так как происходит снижение затрат на транзакции.
3. Бесперывная работа бизнеса.
4. Изменить способы выполнения предоставления различных услуг в лучшую сторону.

Но при наличии видимых положительных сторон, так же есть и отрицательные факторы. Но они не являются критичными. Каждый из минусов можно использовать для изменения рассматриваемой среды. Если правильно и тщательно провести анализ проблем электронного бизнеса, то есть альтернатива нахождения правильного решения для дальнейшего ведения деятельности, не встречая совсем с определенными затруднениями или же сталкиваясь с ними намного реже.

Рассмотрим основные проблемы электронного бизнеса и попробуем выделить самые сильно влияющие.

Во-первых, это попросту невозможность потенциальных клиентов использовать предоставляемые услуги данного сегмента экономики. То есть малая платежеспособность.

В Российской Федерации проживает примерно 145 миллионов человек. 75 % из них пользуются Интернетом. Остальные 25 % населения не имеют данной возможности.

Если посудить, то проблема вполне решаема. Но только при немалом интересе в её устранении у государства. Так как такое новое развивающееся понятие как электронная коммерция еще не достигло такого распространения как, например, в Средней Азии. Конечно же, для жителей нашей страны еще непонятно в полной степени, как возможно осуществлять ведение бизнеса при помощи информационных систем. А если взять малые города и поселки городского типа, то ситуация становится еще плачевнее. Если в крупных городах проблема стоит в недоверии к рассматриваемой сфере, то некоторые жители «глубинок» даже по телефону не

имеют возможности поговорить из-за отсутствия средств общения или банальной связи. Что уж тут обсуждать электронный бизнес.

Если уж некоторые не могут себе позволить купить лекарства, то о простом подключении Интернета и речи быть не может. А если у владельцев электронного бизнеса нет спроса, тогда откуда формироваться предложению?

Устранять проблему следует с ликвидации факторов, которые влияют на низкую платежеспособность населения РФ. Это, во-первых, увеличение рабочих мест, развитие экономики страны, что поможет снизить цены на некоторые импортные товары. Снижение цен на образование, путем увеличения финансирования со стороны государства. И есть еще масса влияющих факторов. За счет их устранения возможно к некоторой степени развить сферу электронного бизнеса в нашей стране.

Во-вторых, скорее всего самой важной проблемой являются злоумышленники, желающие воспользоваться прорехами в процессе электронных транзакций.

Если провести опрос, то практически каждый 8 сталкивался сам или слышал от своих близких о краже средств за счет ненадежности электронных переводов, или же о взломах личных аккаунтов.

Каждое четвертое преступление в 2021 году — это киберпреступление. За 4 года (2018–2021 гг.) доля зарегистрированных киберпреступлений в России выросла почти в три раза: со 175 тыс. случаев до 517 тыс. случаев. А по сравнению с 2012 годом — в 50 раз. Доля киберпреступности от всех совершенных преступлений в 2021 году составила 26 % (еще в 2018 году эта доля составляла лишь 9 %).

Развитию киберпреступности способствовала пандемия COVID-19: удаленная работа, дистанционное образование, создание и перевод услуг в онлайн-режим, в целом возросшее использование интернета и электронных устройств.

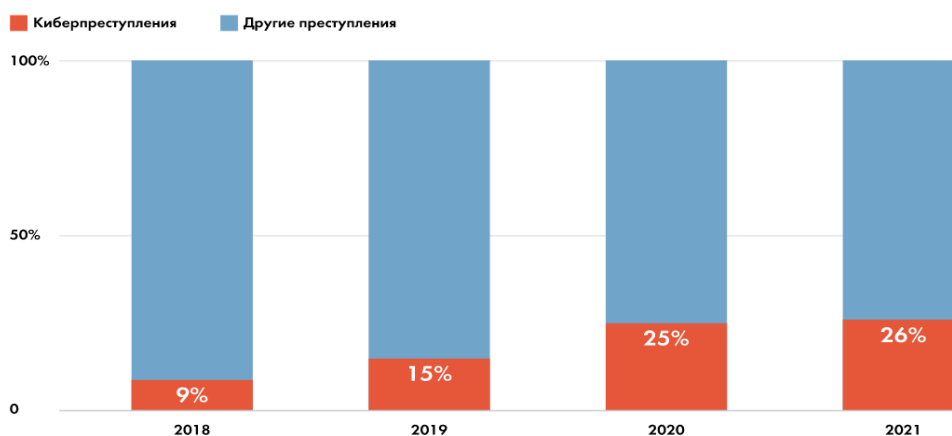


Рис. 1. Рост доли киберпреступности в течение четырёх лет

Вариантов для неправомерных действий со стороны мошенников ни один и не два. Самый частый вид мошенничества заключается в использовании личных данных о человеке, которые непреднамеренно попадают в общий доступ. Для злоумышленника не составит абсолютно никакого труда выявить для себя определенную информацию, которую он сможет использовать в дальнейшем для совершения определенных действий. У клиентов и пользователей появляется недоверие, что сопутствует медленному развитию электронного бизнеса.

Также зачастую не очень порядочные продавцы в онлайн-магазинах или же простые бизнесмены могут обмануть своих покупателей, не высылая товар вовсе, или

товар может совершенно не соответствовать своему описанию на сайте. Что несет за собой негативный взгляд у покупателей на продажи в интернете в целом. Хотя ситуации с обманом — это частный случай. Но как бы то ни было никому из нас, особенно если покупка совершается впервые, не понравится, если мы оплатим вещь, а она не придет совсем. Поэтому это важный фактор, влияющий на развитие электронной коммерции. Диаграмма (рис. 2) отражает значительный рост обмана в онлайн-магазинах с каждым годом.

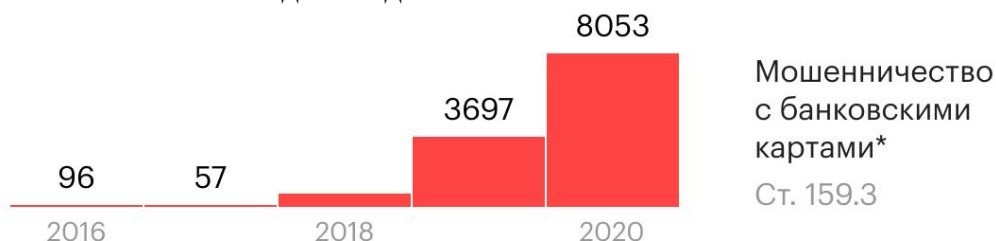


Рис. 2. Рост обмана покупателей в онлайн-магазине в течение четырёх лет

Решение данной проблемы может заключаться в налаживании системы оплаты. Также можно ужесточить меры наказания за кражу личной информации, за предоставление товаров плохого качества.

В случае если мошенничество уже произошло, необходимо отправить заявление в МВД и жалобы в банк, через который проводился платеж за товар, и в электронные платежные системы - если деньги за покупку были оплачены с одного из электронных кошельков.

И последней немаловажной проблемой является отношение государства к данному сегменту экономики. Для предпринимателей в этой сфере нет никаких гарантий. Нет финансовой поддержки. Законы, регулирующие электронный бизнес есть, но относятся они к нему косвенно или же и вовсе устарели.

На данный момент в Российской Федерации идет довольно-таки активное развитие деятельности предпринимательских структур. Все больше компаний обращаются к программистам и бизнес-аналитикам для того, чтобы автоматизировать деятельность фирмы или же выйти на информационный рынок. Поэтому отсюда можно сделать вывод о том, что формирование нормативно-правового обеспечения электронной коммерции можно и нужно поставить в ряд приоритетных задач.

Какой мы можем сделать итог по представленной выше информации. Проблемы в развитии изучаемой сферы есть. Но самое главное то, что они вполне решаемы. И решение проблем поможет развитию не только бизнес, использующие информационные технологии, но и всю экономику в целом. Связано это с тем, что сегменты экономики тесно взаимосвязаны, и если произойдет изменение в одном объекте целой системы, то оно обязательно затронет и другой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева Т.В., Бабенко В.В., Давидавичене В.В., Дик В.В. и др. Электронный бизнес / Под общей редакцией В.В. Дика и А.И. Уринцова. — М.: Горячая линия - Телеком, 2015. - 542 с. - 1500 экз. - ISBN 978-5-9912-0503-0.
2. Гражданский Кодекс РФ от 21 октября 1994 г. (в ред. от 28.03.2017 N 39, Глава 4, п.6)

3. *Инджикян Р.* Проблемы развития электронной коммерции в сфере финансовых услуг // Финансист. 2011
4. Налоговый Кодекс РФ от 31 июля 1998 года N 146-ФЗ (в ред. от 04.05.2017)
5. *Паршенцев А.А.* Проблема и перспективы развития электронных магазинов // Маркетинг в России и за рубежом. 2011.
6. *Попов В.М.* Глобальный бизнес и информационные технологии. Современная практика и рекомендации / Р.А. Маргявин, С.И. Ляпунов; под ред. В.М. Попова. – М., 2010. – 234 с.
7. *Степаненко Е.* Электронная коммерция в России. Основные вопросы // Хозяйство и право. 2012
8. Электронный ресурс — Режим доступа. — URL: <https://vc.ru/u/1260785-kseniya-bondal/569102-kakim-dlya-e-commerce-kazahstana-i-rossii-okazalsya-2022-god>
9. Электронный ресурс — Режим доступа. — URL: <https://dzen.ru/a/Xc5jsuloayzdkZ6g>
10. Электронный ресурс — Режим доступа. — URL: <https://tochno.st/materials/osnovnye-trendy-rossiyskoy-prestupnosti-v-2021-godu-issledovanie-esli-byt-tochnym>
11. Электронный ресурс — Режим доступа. — URL: <https://www.rbc.ru/society/31/08/2020/5f48ea169a79477e21e25d9d>
12. Электронный ресурс — Режим доступа. — URL: [www. http://economy-lib.com/](http://economy-lib.com/)
13. *Юрасов А.В.* Основы электронной коммерции. Учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия - Телеком, 2015. - 500 с. - 500 экз. - ISBN 978-5-9912-0333-3.

УДК: 378.146

Н. И. Егорова, А. И. Трубилко, Л. В. Медведева
ФГБУ СПб УГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДЫ MS EXCEL ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И ИЗУЧЕНИЯ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТЕЙ

Аннотация: в работе показана возможность использования среды MS Excel для визуализации физических приборов, таких как штангенциркуль, микрометр, цифровые весы. Подобная визуализация позволяет повысить эффективность лабораторно-практических занятий по дисциплине «Физика», а также обеспечить освоение принципов работы физических приборов в очном и дистанционном обучении.

Ключевые слова: виртуальные лабораторные работы, измерительные устройства, интерактивное обучение.

N. I. Egorova, A. I. Trubilko, L. V. Medvedeva

APPLICATION OF MS EXCEL ENVIRONMENT FOR VISUALIZATION OF PHYSICAL DEVICES AND INVESTIGATION OF MEASUREMENT ERROR CALCULATION ALGORITHM

Abstract: the possibility of using the MS Excel environment for visualizing physical instruments, such as calipers, micrometers, digital scales is shown. Such visualization makes it possible to increase the efficiency of laboratory and practical classes in the discipline of physics, as well as to ensure the development of the physical devices operation principles in full-time and distance learning

Keywords: virtual laboratory works, measuring instruments, interactive training.

Вне зависимости от профиля профессиональной деятельности к базовым универсальным компетенциям инженера относятся:

- овладение практическими навыками экспериментальных исследований;
- грамотная обработка и интерпретация результатов измерений;
- анализ точности результатов вычислений.

Следует отметить, что для инженеров пожарно-технического профиля оценка практически достижимого уровня точности измерений связана не только с вопросами достоверности результатов измерений, но и с обеспечением безопасности их прикладного использования.

В Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России изучение фундаментальной дисциплины «Физика» начинается с раздела «Физические основы механики», в учебном плане которого для всех технических направлений и профилей подготовки включается цикл лабораторно-практических занятий.

В дидактических схемах лабораторно-практических занятий по дисциплине «Физика» предусмотрено деление учебной группы на две подгруппы, которые одновременно выполняют лабораторные задания в двух учебных аудиториях: виртуальной и натурной лаборатории. На каждом последующем учебном занятии происходит ротация подгрупп.

В виртуальной лаборатории обучающиеся работают с авторскими компьютерными моделями, которые подобны реальным физическим моделям и объектам натурных лабораторных работ.

Традиционно каждый цикл лабораторно-практических занятий по механике начинается с двух лабораторно-практических занятий, на которых обучающиеся осваивают основы теории погрешностей прямых и косвенных измерений.

Для отработки практически значимых инженерных умений и повышения качества лабораторно-практических занятий дисциплины «Физика» разработана виртуальная лабораторная работа «Определение плотности тел правильной геометрической формы», выполненная в среде MS Excel [1].

В качестве образца в данной работе рассматривается полый металлический цилиндр (рис. 1). В результате проведения четырех измерений: массы m , внешнего D и внутреннего d диаметров и длины l цилиндра, предлагается рассчитать его объем и плотность материала, из которого он выполнен [2, 3].

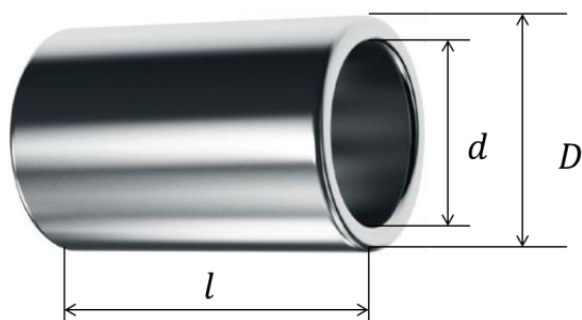


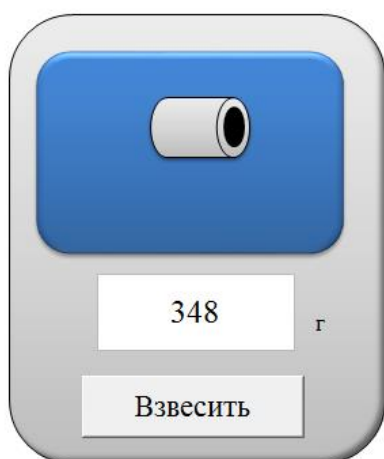
Рис. 1. Экспериментальный образец

Визуализация всех приборов выполнена с помощью средств программирования на языке Visual Basic for Applications (VBA), встроенном в среду MS Excel.

Измерение массы проводится с помощью электронных весов (рис. 2). В ходе выполнения работы предлагается выполнить 5 измерений, разброс значений которых составляет порядка 5 %. После чего необходимо рассчитать среднее значение и погрешность прямых измерений массы цилиндра.

1. Измерение массы цилиндра

Назад



Таб. 1

№ изм.	$m_i, \text{г}$	$(m_i - \bar{m}), \text{г}$	$(m_i - \bar{m})^2, \text{г}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
$\bar{m} =$		$\sum (m_i - \bar{m})^2 =$	



Рис. 2. Измерение массы цилиндра

Для измерения длины цилиндра имитируются с помощью VBA показания штангенциркуля, для этого прорисовываются его верхняя неподвижная и нижняя подвижная шкалы (рис. 3).

Средствами программирования на верхней шкале прописываются, в зависимости от варианта, необходимые показания прибора в сантиметрах. Нижняя шкала двигается вправо и влево при нажатии кнопки «Измерить», в результате чего обеспечивается разброс значений порядка 5 %.

2. Измерение длины цилиндра штангенциркулем

Назад



Таб. 2

№ изм.	$l, \text{см}$	$(l_i - \bar{l}), \text{см}$	$(l_i - \bar{l})^2, \text{см}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
$\bar{l} =$		$\sum (l_i - \bar{l})^2 =$	

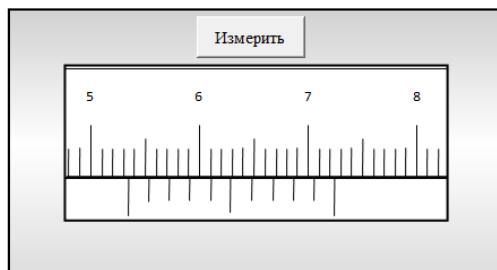
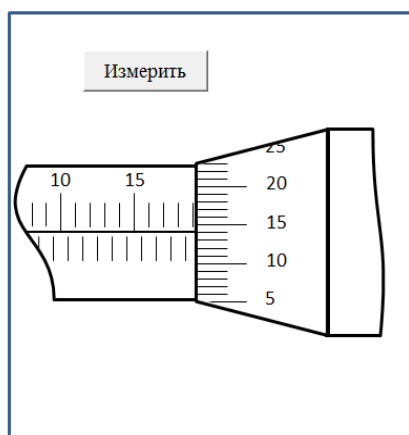


Рис. 3. Измерение длины цилиндра

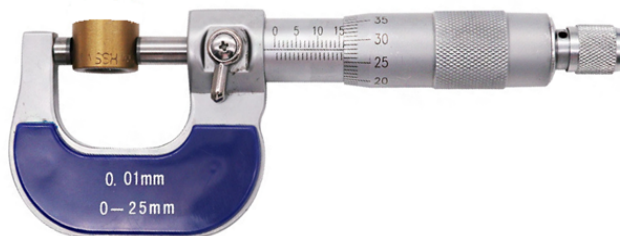
3. Измерение внешнего диаметра цилиндра

Назад



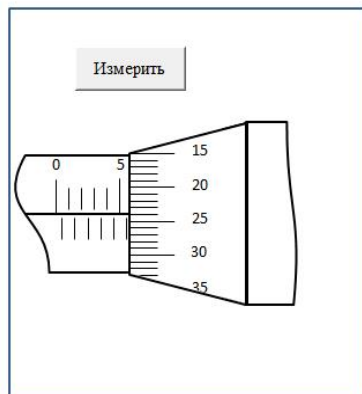
Таб. 3

№ изм.	$D_i, \text{мм}$	$(D_i - \bar{D}), \text{мм}$	$(D_i - \bar{D})^2, \text{мм}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
$\bar{D} =$		$\sum (D_i - \bar{D})^2 =$	



4. Измерение внутреннего диаметра цилиндра

Назад



Таб. 4

№ изм.	$d_i, \text{мм}$	$(d_i - \bar{d}), \text{мм}$	$(d_i - \bar{d})^2, \text{мм}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
$\bar{d} =$		$\sum (d_i - \bar{d})^2 =$	



Рис. 4. Измерение внутреннего и внешнего диаметров цилиндра

На данном этапе работы также надо выполнить 5 измерений, рассчитать среднее значение и погрешность прямых измерений длины цилиндра. Для измерения внутреннего и внешнего диаметров цилиндров визуализируется работа микрометров (рис. 4). На экране демонстрируется рабочая часть приборов с неподвижной горизонтальной шкалой и подвижной вертикальной шкалой. Показания горизонтальной шкалы зависят от номера варианта. Показания вертикальной шкалы могут сдвигаться вверх и вниз при нажатии кнопки «Измерить», в результате чего также обеспечивается разброс значений порядка 5 %. В ходе выполнения работы обучающиеся делают в каждом случае минимум 5 измерений, считают среднее значение и погрешность прямых измерений соответствующего диаметра цилиндра.

На основе полученных результатов прямых измерений обучающимся предлагается рассчитать объем рассматриваемого цилиндра и плотность материала, из которого он сделан, а также погрешность косвенных измерений данных параметров.

Главным отличием представленной виртуальной работы от ее аналогов является наличие 15 вариантов, параметры которых при необходимости могут быть изменены преподавателем при подготовке к проведению лабораторного занятия. Вариативность обеспечивается возможностью изменения плотности материала цилиндра (сталь, чугун, свинец, латунь, алюминий, никель, при необходимости их можно изменить и на другие материалы). Кроме того, в каждом из вариантов введены разные размеры и масса цилиндров.

Таким образом, даже при фронтальном выполнении группой предложенной виртуальной работы обеспечивается индивидуализация и персонификация учебной деятельности.

Виртуальные лабораторные работы, выполненные в среде MS Excel, позволяют повысить эффективность лабораторно-практических занятий по дисциплине «Физика» при плановом заочном обучении и экстренном переходе на дистанционное обучение в условиях чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Егорова Н.И.* Автоматизация алгоритмов обработки погрешностей прямых и косвенных измерений физических величин. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022681077, 09.11.2022. Заявка № 2022680406 от 01.11.2022.
2. *Данилов И.Л., Егорова Н.И., Некрасов А.С., Трубилко А.И.* Физика. Механика. Руководство к лабораторно-практическим занятиям. Санкт-Петербург, 2017. – 184 с.
3. *Прошин В.И., Сидоров В.Г.* Анализ результатов измерений в экспериментальной физике: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 172 с.

УДК 614.84

А. В. Ермилов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГИСТОГРАММЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ СЛЕДОВАНИЯ ДЕЖУРНОГО КАРАУЛА К МЕСТУ ВЫЗОВА

Аннотация: в статье раскрываются особенности реализации методики построения гистограммы распределения скорости следования дежурного караула к месту вызова. Данная гистограмма является одним из этапов определения граничного значения скорости пожарного автомобиля, которое позволяет обоснованно корректировать область нормативного обслуживания пожарно-спасательной части.

Ключевые слова: дежурный караул, пожарно-спасательная часть, область нормативного обслуживания, район выезда подразделения, гистограмма распределения скорости.

A. V. Ermilov

FEATURES OF CONSTRUCTING A HISTOGRAM OF THE DISTRIBUTION OF THE SPEED OF THE GUARD ON DUTY TO THE PLACE OF THE CALL

Abstract: the article reveals the features of the implementation of the methodology for constructing a histogram of the distribution of the speed of the guard on duty to the place of the call. This histogram is one of the stages of determining the boundary value of the speed of a fire truck, which allows you to reasonably adjust the scope of regulatory maintenance of the fire and rescue unit.

Keywords: duty guard, fire and rescue unit, regulatory service area, departure area of the unit, speed distribution histogram.

Спасение жизни человека, а также материальных ценностей государства зависит от оперативного прибытия дежурного караула пожарной охраны на место вызова. С этой целью в местных пожарно-спасательных гарнизонах создаются районы выезда действующих пожарно-спасательных частей, которые должны соответствовать области нормативного обслуживания. То есть время следования пожарного автомобиля от пожарно-спасательной части до самой удаленной точки района выезда не должно превышать 10 минут в городе и 20 минут в сельской населенной местности.

На скорость движения пожарного автомобиля воздействует множество факторов, поэтому границы района выезда могут меняться с истечением времени. Среди факторов, воздействующих на скорость следования пожарного автомобиля, основным является рост населения, а также его материальная обеспеченность. Так, можно констатировать факт, что каждая среднестатистическая семья в Российской Федерации имеет легковой автомобиль. Насыщенность населенного пункта личным автотранспортом приводит к затруднению движения по транспортным магистралям, особенно в утренние и вечерние часы пожарных автомобилей. Данный аспект стал причиной изменения в нормативно-правовых актах МЧС России. Так, в боевом уставе подразделений пожарной охраны указывается, что оперативность прибытия

дежурного караула на место вызова обеспечивается следованием по оптимальному, а не кратчайшему маршруту, как было ранее.

Проблема определения граничного расстояния следования пожарного автомобиля рассматривалась в трудах А.В. Матюшина, К.Т. Нго, В.А. Пряничникова, М.В. Сибирякова и др. Так М.В. Сибиряковым разработана модель, позволяющая руководителям подразделений принимать управленческие решения, обеспечивающие своевременное сосредоточение сил и средств к месту вызова в любой точке района выезда [2]. В основе рассматриваемой модели лежит методика определения граничного расстояния следования пожарного автомобиля разморенная в трудах А.В. Матюшина [1]. Одним из этапов методики является построение гистограммы распределения скорости следования пожарного автомобиля. Гистограмма позволяет визуально оценить величину и характер разброса данных скорости следования, каждый столбик которой представляет собой интервал значений, а его высота пропорциональна количеству значений.

Для построения гистограммы требуется выборка не менее 50 значений, по которой строится статистический ряд. Вначале определяют интервалы группировки по формуле 1:

$$L = 5 \cdot \lg N, \quad (1)$$

Далее определяется шаг гистограммы:

$$\Delta v = \frac{v_{\max} - v_{\min}}{L - 1}, \quad (2)$$

Следующим шагом определяются границы k-го интервала гистограммы:

$$v_{k-1} = v_{\min} - 0,5 \cdot k \cdot \Delta v, \quad (3)$$

$$v_k = v_{k-1} + \Delta v \quad (4)$$

Полученные значения лежат в основе выбора величин из выборки, попавших в k-й интервал. Для построения группированного статистического ряда относительных частот определяются относительные частоты, сумма которых должна быть равна 1:

$$p_k = \frac{n_k}{N}, \quad (5)$$

Графическое представление гистограммы основано на определении высот ее прямоугольников:

$$H_k = \frac{n_k}{\Delta v}, \quad (6)$$

На оси абсцисс графика выбирается начальная точка v_0 . На оси ординат выбирается начало отсчёта в точке 0. Для каждого интервала $[v_{k-1}, v_k]$ строится прямоугольник высотой H_k с основанием Δv . Для удобства построения гистограммы рекомендуется применение встроенных средств MS Excel. Для примера построим

гистограмму распределения скорости (рисунок). Исходные данные представлены в таблице.

*Таблица. Исходные данные
для построения гистограммы распределения скорости*

nk	4	20	19	13	26	21	7	5	2	2
xk	12	18	24	30	35	51	47	53	59	65



Рисунок. Гистограмма распределения скорости следования подразделения к месту вызова

Рассмотренный порядок построения гистограммы для каждой транспортной магистрали в районе выезда действующей пожарно-спасательной части позволит в дальнейшем определить граничное расстояние следования пожарного автомобиля и построить неправильный многоугольник. Данный многоугольник при наложении на карту района выезда покажет различие в имеющихся границах района выезда с расчетными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матюшин А.В., Нго К.Т. Определение скорости следования пожарных подразделений к месту пожара в городе / Технологии техносферной безопасности. №3 (61). 2015. URL:
2. Пряничников В.А., Сибиряков М.В. Концепция модели обеспечения нормативного времени прибытия аварийных служб в условиях мегаполиса // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2015. № 3. С. 37-40.

УДК: 614.842.628.4

А. В. Ермилов, А. В. Кузнецов, И. А. Кузнецов, Д. С. Катин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ ПОДАЧИ ОГNETУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ К МЕСТУ ПОЖАРА

Аннотация: в статье рассматривается способ совершенствования профессиональной деятельности руководителя тушения пожара, а также начальника тыла при организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ, за счет внедрения специального программного обеспечения.

Ключевые слова: бесперебойная подача воды, район выезда, дежурный караул, перекачка воды, подвоз воды.

A. V. Ermilov, A. V. Kuznetsov, I. A. Kuznetsov, D. S. Katin

SOFTWARE FOR DETERMINING THE UNINTERRUPTED SUPPLY OF EXTINGUISHING AGENTS TO THE PLACE OF FIRE

Abstract: the article discusses a way to improve the professional activities of the fire extinguishing manager, as well as the head of the rear in organizing the uninterrupted supply of fire extinguishing agents, through the introduction of special software.

Keywords: uninterrupted water supply, exit area, guard on duty, water pumping, water delivery.

Введение

Тушение пожаров в районах выезда пожарно-спасательной части с неудовлетворительным водоснабжением представляет собой актуальную проблему, которая требует решения на уровне деятельности должностных лиц управления и тактических возможностей дежурного караула. Оперативность и успешность выполнения основной боевой задачи зависит от слаженных профессиональных действий личного состава дежурного караула, а также управленческих решений, принятых руководителем тушения пожара. В нормативно-правовых актах МЧС России рассматриваются условия, при которых наступает момент локализации пожара [1]. Основными критериями наступления локализации являются:

1. Отсутствие угрозы людям на месте пожара.
2. Отсутствие распространения горения в вертикальном и горизонтальном направлении.
3. Достаточность пожарно-спасательных подразделений для достижения ликвидации пожара.

Второй критерий оценивает успешность реализации одной из обязанностей руководителя тушения пожара, которая заключается в организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ для ликвидации горения. Как показывает практика, выполнение данного критерия с большой вероятностью достигается в городе или муниципальном образовании. Однако, рассматривая пожары в сельской местности, на

территории крупного предприятия или крупный пожар, можно сделать вывод, что обеспечение бесперебойной подачи воды является важной проблемой.

Основными факторами, существенно влияющими на обеспечение бесперебойной подачи воды, являются [2]:

1. Удаленность объекта пожара до водоисточника.
2. Достаточное количество напорных рукавов в пожарных автомобилях.
3. Фактический расход насосно-рукавной схемы.

Алгоритм выбора способа и обеспечения бесперебойной подачи огнетушащих веществ представлен на рисунке 1.

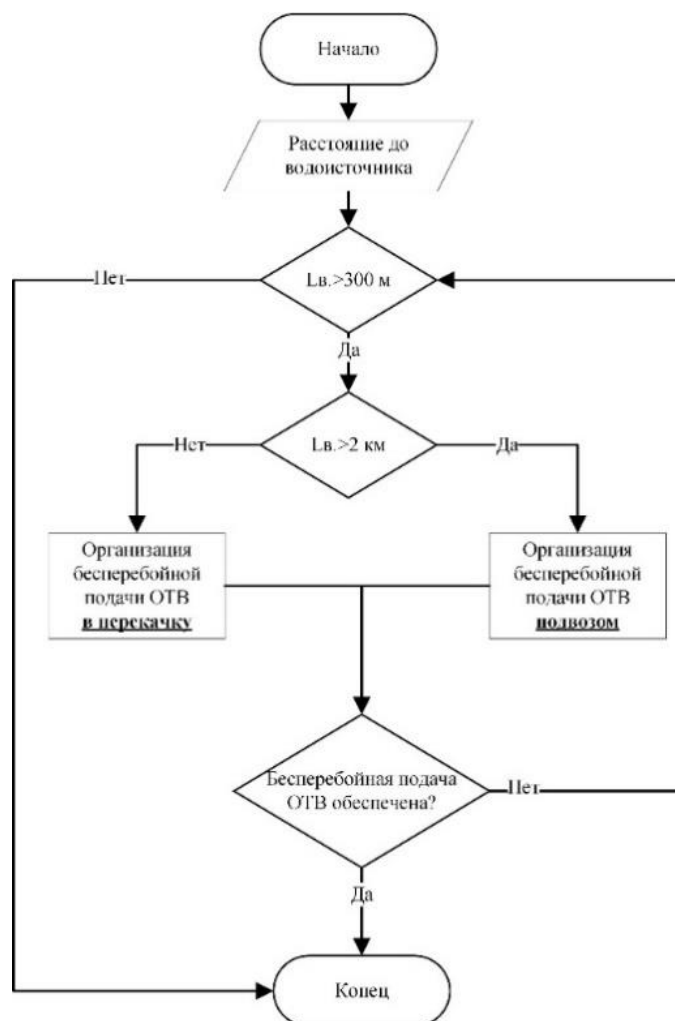


Рис. 1. Алгоритм выбора способа и обеспечения бесперебойной подачи ОТВ

Так, если насосно-рукавная схема не соответствует фактическому расходу воды и требуемому напору у пожарного ствола для формирования компактной струи, то руководитель тушения пожара или начальник тыла обязаны определить способ создания бесперебойной подачи воды [3]. Основными способами традиционно являются: перекачка воды; подвоз воды. Перечисленные способы зарекомендовали себя с положительной стороны и проверены временем. Таким образом, от оперативности определения руководителем тушения пожара вида насосно-рукавной схемы и ее характеристики зависит успешность выполнения основной боевой задачи.

Изложение основного материала исследования

С этой целью нами разработано специальное программное обеспечение, позволяющее определять требуемые характеристики для подвоза или организации перекачки воды к месту пожара. Программное обеспечение может быть установлено на любое переносное устройство с операционной системой андроид. Учитывая факт наличия таких устройств у большинства населения мира, можно констатировать, что данный аспект создает возможность оперативного использования приложения [4].

Программное обеспечение имеет следующий интерфейс (рис. 2, 3, 4).

На рисунке 2 представлено стартовое окно программного обеспечения.



Рис. 2. Стартовое окно программного обеспечения

На рисунке 3 представлен расчет требуемого количества пожарных автомобилей для бесперебойной подачи воды к месту ликвидации чрезвычайной ситуации способом перекачки и подвоза [5].

Рис. 3. Расчет требуемого количества пожарных автомобилей для бесперебойной подачи воды к месту ликвидации чрезвычайной ситуации способом перекачки

На рисунке 4 представлен расчет требуемого количества пожарных автомобилей для бесперебойной подачи воды к месту ликвидации чрезвычайной ситуации способом подвоза [6].

Рис. 4. Расчет требуемого количества пожарных автомобилей для бесперебойной подачи воды к месту ликвидации чрезвычайной ситуации способом подвоза

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Достоинствами программного обеспечения являются:

- оперативность получения расчетных значений в условиях ликвидации чрезвычайной ситуации;
- простой интерфейс;
- независимость от интернета.

Разработанное программное обеспечение показало свою практическую значимость. Однако стоит отметить, что руководитель тушения пожара, обязан самостоятельно определить необходимость прокладки магистральных линий и их своевременной защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».

2. *Баканов М.О.* Модели качества мониторинга пожаров и чрезвычайных ситуаций с учетом специфики их развития / М. О. Баканов, Д. В. Тараканов, А. В. Кузнецов, А. В. Столяров // Мониторинг. Наука и технологии. 2018. № 3 (36). С. 51-54.

3. *Ермилов А. В.* Ситуационная задача моделирования действий старшего оперативного должностного лица пожарно-спасательного гарнизона на месте вызова / А. В. Ермилов // Пожарная и аварийная безопасность : Сборник материалов XII международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны, Иваново, 29–30 ноября 2017 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2017. – С. 276-279.

4. *Кузнецов А. В.* Математическая модель прогнозирования параметров восстановления средств мониторинга природных затяжных пожаров / А. В. Кузнецов // Пожарная и аварийная безопасность : Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охране России, Иваново, 12–13 сентября 2019 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2019. – С. 152-156.

5. *Катин Д. С.* Графический анализ динамики развития и тушения пожара оперативным штабом на месте пожара / Д. С. Катин, А. В. Ермилов // Актуальные вопросы пожаротушения: сборник материалов II Всероссийского круглого стола, Иваново, 26 мая 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 106-110.

6. *Ермилов А. В.* Способы реализации графического анализа динамики развития и тушения пожара / А. В. Ермилов, А. О. Семенов, В. А. Смирнов, Г.С. Зимин // Современные проблемы гражданской защиты. 2019. № 1 (30). С. 68-73.

УДК 614.8.01

А. А. Жалбу

ОНД и ПР по Варнавинскому муниципальному округу Нижегородской области УНД и ПР Главного управления МЧС России по Нижегородской области

ОПЫТ ИНФОРМИРОВАНИЯ О МЕРАХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ВАРНАВИНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: в статье приводится опыт информирования о мерах пожарной безопасности на территории Варнавинского муниципального района. Автором обозначена актуальность данного вопроса, поставлены цели, а так же предложены методы и формы противопожарной пропаганды, используемые для поставленных целей.

Ключевые слова: противопожарная пропаганда, пожарная безопасность, меры пожарной безопасности, профилактика пожаров, органы местного самоуправления, вопросы местного значения.

A. A. Zhalbu

EXPERIENCE OF INFORMING ABOUT FIRE SAFETY MEASURES ON THE TERRITORY OF THE VARNAVINSKY MUNICIPAL DISTRICT OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

Annotation: the article presents the experience of informing about fire safety measures in the territory of the Varnavinsky municipal district. The author identifies the relevance of this issue, sets goals, and also suggests methods and forms of fire prevention propaganda used for the set goals.

Keywords: fire prevention propaganda, fire safety, fire safety measures, fire prevention, local self-government bodies, issues of local importance.

Тенденция роста количества пожаров происходящих на территории Нижегородской области, а так же гибели и травмирования людей говорит об острой необходимости проведения качественного и всестороннего информирования населения о мерах пожарной безопасности.

Вместе с тем необходимо отметить важность совершенствования форм и методов информирования населения в области пожарной безопасности, основными задачами которой являются:

- защита жизни, здоровья и имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества в случае возникновения пожара;
- совершенствование знаний и навыков населения по организации и проведению мероприятий, направленных на предотвращение пожаров, порядка действий при возникновении пожара, изучение приемов применения первичных средств пожаротушения и оказания первой медицинской помощи пострадавшим на пожаре;
- повышение культуры безопасности у населения

Разъяснительная работа с населением должна быть направлена на предупреждение пожаров, возникающих по наиболее распространенным причинам: из-за неосторожного обращения с огнем на производстве и в быту, несоблюдения мер предосторожности при эксплуатации печного отопления, керосиновых, газовых и электрических приборов, шалости детей с огнем.

Статья 25 (ФЗ от 21.12.1994 № 69-ФЗ) определяет, что противопожарная пропаганда должна осуществляться через средства массовой информации, посредством издания и распространения специальной литературы и рекламной продукции, проведения тематических выставок, смотров, конференций и использования других не запрещенных законодательством Российской Федерации форм информирования населения.

В 2016 году постановлением Правительства Нижегородской области от 02.09.2016 № 599 утверждено Положение о профилактике пожаров в Нижегородской области (далее – Положение). Данным Положением в целях обеспечения пожарной безопасности и повышения эффективности мер по предупреждению пожаров и гибели людей определены следующие мероприятия:

- осуществление анализа обстановки с пожарами и гибели на них людей на территории Нижегородской области, муниципальных образований Нижегородской области, объектов защиты, а также отдельных участках данных территорий;
- осуществление анализа противопожарного состояния объектов защиты и территорий населенных пунктов;
- принятие соответствующих нормативных правовых актов, направленных на профилактику пожаров и гибели людей;
- разработка государственных программ Нижегородской области и муниципальных программ финансирования профилактических мероприятий;
- контроль своевременности выполнения необходимых профилактических мероприятий;
- организация информирования населения по вопросам пожарной безопасности, обучения мерам пожарной безопасности населения, а также должностных лиц организаций, подведомственных элементам системы обеспечения пожарной безопасности. Проведение других пропагандирующих пожарную безопасность мероприятий;
- проведение сезонных пожарно-профилактических операций согласно перечню сезонных пожарно-профилактических операций, утвержденных настоящим постановлением.

При выборе форм и методов осуществления противопожарной пропаганды в работе с населением важно учитывать особенности объекта профилактики, такие как неоднородность (различия пола, возраста, образования, профессии) и изменчивость (непрерывные возрастные изменения, социальные перемещения). В связи с этим на территории Варнавинского муниципального района объекты воздействия разделены на следующие группы:

- дети (3–7, 7–11, 11–15, 15–17 лет);
- учащиеся профессиональных образовательных организаций, студенты;
- рабочая молодежь (16–20, 20–25, 25–30 лет);
- взрослое население (группы по признакам отрасли, профессии, места проживания, образованию; руководители; лица, ответственные за пожарную безопасность);

- домохозяйки;
- одинокие престарелые граждане;
- многодетные семьи;
- лица, злоупотребляющие спиртными напитками и иные социально-неадаптированные граждане.

В целях организации и проведения профилактической работы, направленной на предупреждение пожаров на территории Варнавинского муниципального округа Нижегородской области постановлением Администрации округа от 26.12.2019 № 877 утверждена Дорожная карта на 2022–2024 годы.

Данной Дорожной картой проанализированы основные показатели обстановки с пожарами на территории Варнавинского муниципального округа, на основании которых определены:

- основные направления, на которых должны быть сосредоточены профилактические мероприятия;
- элементов системы обеспечения пожарной безопасности на территории Варнавинского муниципального округа Нижегородской области, которые должны быть задействованы в профилактической работе;
- наиболее частые причины пожаров, на которых необходимо сосредоточить основное внимание элементов профилактики.

Для проведения информирования о мерах пожарной безопасности на территории Варнавинского муниципального района Нижегородской области задействованы сотрудники Администраций поселений, сотрудники (работники) подразделений пожарной охраны Варнавинского пожарно-спасательного гарнизона, сотрудники полиции, социальные и медицинские работники, образовательные организации округа.

Профилактическая работа в жилищном фонде Варнавинского муниципального округа проводится посредством:

- распространения памяток (листовок) о соблюдении требований пожарной безопасности по наиболее характерным причинам возникновения пожаров в конкретном населенном пункте и в зависимости от характеристики жилища (печное отопление, состояние электрификации);
- размещения информации в средствах массовой информации округа, на информационных стендах населенных пунктов, на сайте администрации и в социальных сетях;
- проведения разъяснительной работы путем организации сходов (встреч), собраний с населением;
- вручения памятки о соблюдении мер пожарной безопасности страховыми компаниями при страховании имущества;
- размещения информации о требованиях пожарной безопасности на оборотной стороне квитанции об оплате услуг ЖКХ;
- организации информирования населения в местах возможного потока людей (организации торговли, почтовые отделения, отделения банков и т.п.);
- обследования личных жилых домов (при согласии собственников) и придомовых территорий с разъяснением (в случае выявления нарушений, пожароопасных ситуаций) путей устранения имеющихся нарушений требований пожарной безопасности и предотвращения указанных ситуаций;
- обследования территории населенного пункта на предмет имеющихся нарушений требований пожарной безопасности с последующим составлением акта обследования и принятием мер по устранению нарушений в случае выявления.

При проведении профилактической работы на территории населенного пункта в том числе делается акцент на проведении разъяснительной работы с соседями граждан, являющимися наиболее частыми виновниками пожаров и подверженных наибольшему риску гибели на пожаре (с целью немедленного информирования ими компетентных органов власти о фактах асоциального образа жизни граждан).

Анализ основных параметров обстановки с пожарами на территории Варнавинского муниципального округа, показывает, наиболее частыми виновниками пожаров являются граждане предпенсионного и пенсионного возраста. В связи с чем наряду с мероприятиями, озвученными ранее, профилактическая работа с людьми указанной категории необходимо проводится по месту жительства совместно с социальными работниками согласно утвержденных графиков, а также непосредственно в учреждении социального обслуживания населения. Кроме того, работа по предупреждению пожаров организована в учреждениях здравоохранения района, путем распространения памяток (листовок) о соблюдении мер пожарной безопасности, например, совместно с амбулаторной картой пациента в регистратуре выдается памятка о мерах пожарной безопасности. Также, разъяснительная работа с престарелыми гражданами по профилактике пожаров активно проводится совместно с институтом церкви, а именно, священнослужители в своих проповедях обращаются к прихожанам с призывом соблюдать правила пожарной безопасности.

Большой пласт профилактической работы на территории Варнавинского муниципального района направлен на профилактику гибели и травмирования на пожарах детей. С этой целью наряду с мероприятиями, озвученными мною выше в докладе, организованы и проводятся следующие профилактические мероприятия:

- беседы, конкурсы, викторины с детьми на противопожарную тематику в образовательных организациях округа;
- экскурсии в пожарно-спасательные подразделения;
- проведение подвижных игр на противопожарную тематику в детских оздоровительных лагерях с привлечением пожарных автомобилей и личного состава пожарных частей;
- проведение встреч (бесед) с родителями, в том числе на общешкольных родительских собраниях с доведением основных мер по снижению рисков гибели и травмирования детей на пожарах, а так же рисков возникновения пожаров по причине шалости с огнем детей.

С целью анализа эффективности проводимых профилактических мероприятий ежегодно в декабре осуществляется подведение итогов работы, на котором разбираются основные причины произошедших пожаров, устанавливается, имели ли место пожары на объектах, где проведены профилактические мероприятия, делаются выводы почему профилактическая работа не позволила предотвратить данные факты, принимаются решения о повторном выполнении мероприятий «Дорожной карты» на отдельных участках (населенных пунктов), а также определяются задачи (приоритетные направления) её реализации на следующий год. При необходимости повторно проводятся обучающие занятия и организационные совещания.

Проводимая на территории Варнавинского муниципального округа работа, направленная на информирование населения о мерах пожарной безопасности позволила значительно снизить основные показатели обстановки с пожарами на территории Варнавинского муниципального округа Нижегородской области за последние 5 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ "О пожарной безопасности" (ст. 25)
2. Федеральный закон от 6 октября 2003 года № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» (далее – закон № 131-ФЗ)
3. Постановление Правительства Нижегородской области от 02.09.2016 № 599 утверждено Положение о профилактике пожаров в Нижегородской области
4. Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
5. *Лазарев А.А.* Педагогическое сопровождение противопожарной пропаганды среди школьников // Ярославский педагогический вестник. – Вып. 3. – 2017. – С.86-89.
6. *Лазарев А.А., Коноваленко Е.П., Кокурин А.К., Мочалов А.М.* Применение противопожарной анимации с учетом национального менталитета // Пожарная и аварийная безопасность. Сетевое издание. – Вып. 2 (5). – 2017. – С.21-32.
7. *Лазарев А.А., Коноваленко Е.П., Разумова Е.Ф.* Формирование противопожарного образовательного пространства Ивановской области. Право и образование. 2020. № 8 – С.42-47.
8. *Лазарев А.А., Коноваленко Е.П., Емелин В.Ю., Богданов И.А.* Исследование методов и практик государственного пожарного надзора при осуществлении профилактического визита к юным пожарным. Современные проблемы гражданской защиты. 2021. № 3 (40). С. 38-46.

УДК 004.9

В. Д. Иванов, М. В. Иванова

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С.К. Тимошенко

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Аннотация: в статье рассмотрены некоторые аспекты моделирования подлежащих исследованию свойств реальных объектов и процессов в виртуальных лабораториях, предназначенных для подготовки высококвалифицированных специалистов в области практической научной и производственной деятельности.

Ключевые слова: виртуальные лаборатории, моделирование, исследуемая реальность.

V. D. Ivanov, M. V. Ivanova

MODELLING OF THE STUDIED REALITY IN VIRTUAL LABORATORIES

Abstract: in article are considered some aspects of modeling of the properties of real objects and processes which are subject to a research in the virtual laboratories intended for training of highly qualified specialists in the field of practical scientific and production activity.

Keywords: virtual laboratories, modeling, studied reality.

В настоящее время существует большое количество различных определений понятия «виртуальная лаборатория» [1], однако большинство авторов считают, что неотъемлемой частью виртуальной лаборатории является моделирование объектов и процессов окружающего мира [2], [3]. Существенно разнятся и подходы к пониманию «виртуализации»: от очень примитивных текстовых интерфейсов с двухмерными статическими изображениями объектов до весьма реалистичной трехмерной анимации с очками виртуальной реальности и системами позиционного трекинга и захвата движений.

Имитацию реальности в виртуальных лабораториях условно можно разделить на две составляющие: имитацию объектов окружающей среды, создающих общее впечатление реальности, но не являющихся объектами исследований (окружающая реальность), и имитацию собственно объектов, подлежащих исследованию, их внешнего вида, свойств, поведения, в том числе процессов, связанных с взаимодействием исследуемых объектов с окружающей средой (исследуемая реальность).

Существует большое количество виртуальных лабораторий, ориентированных на изучение строения исследуемых объектов, например, строения молекул, биологических организмов или конструкций механизмов, а также ограниченного набора вариантов их поведения, заранее установленного на основании эмпирических данных. Такие виртуальные лаборатории не нуждаются в сложном моделировании свойств и поведения исследуемых объектов и, в большинстве случаев, используют простые двумерные или трехмерные изображения и их анимацию.

К другим случаям относится моделирование исследуемой реальности на основе сравнительно простых математических моделей, как правило, изучаемых на общеобразовательных стадиях обучения, например, в школе.

Собственно ни первый, ни второй случай, в полной мере не относятся к исследованию свойств реальных объектов и процессов, поскольку рассматривают свойства и процессы очень упрощенных моделей, не пригодных или ограниченно пригодных для практического применения. Высокая достоверность моделирования реальных объектов и процессов, как правило, не является основной целью создания подобных программ. В качестве примера можно привести виртуальные лаборатории «Физическая химия VR» от ООО «Програмлаб» (<https://www.pl-llc.ru>), или «VR-лаборатория по химии» от компании Vizzion (<https://www.vizzion.ru>). Обе лаборатории работают в режиме виртуальной реальности с использованием специализированного оборудования (очков и шлемов) и умеют моделировать некоторые химические процессы в объеме школьного курса химии.

Однако, виртуальные лаборатории могут быть полезны не только для обучения школьников, но и для подготовки высококвалифицированных специалистов для различных областей практической деятельности. В этом случае возникает

необходимость в создании значительно более сложных моделей исследуемой реальности.

Учитывая это, можно предложить классификацию виртуальных лабораторий, кроме прочих признаков, также и по уровню достоверности моделирования свойств исследуемых объектов и процессов. При этом, виртуальные лаборатории по школьным предметам на шкале достоверности моделирования будут занимать область минимальных значений, а виртуальные лаборатории, предназначенные для подготовки высококвалифицированного научного и производственного персонала по узкоспециальным направлениям, в том числе в высших учебных заведениях, должны стремиться к высоким значениям достоверности. Последние для краткости далее будем называть профессиональными виртуальными лабораториями.

В качестве основных способов моделирования исследуемой реальности в профессиональных виртуальных лабораториях следует рассматривать, во-первых, создание математических моделей, достаточно достоверно описывающих свойства и поведение исследуемых объектов, во-вторых, использование баз данных, содержащих эмпирические сведения о свойствах и поведении конкретных исследуемых объектов. Во многих случаях оптимальным решением может являться комбинация этих двух способов.

Создание математических моделей реальных объектов и процессов с достаточно высоким уровнем универсальности и достоверности в большинстве случаев весьма не простая задача, которая зачастую может быть решена только в рамках отдельных узкоспециализированных модулей расчетно-моделирующих программ, таких, например, как Comsol Multiphysics (<https://www.comsol.com>). Однако, даже эти программы не всегда способны обеспечить достаточный уровень соответствия свойств виртуальных объектов, созданных на основе математической модели, свойствам реальных объектов.

Тем не менее, в некоторых технических областях может быть обеспечен достаточно высокий уровень достоверности воспроизведения исследуемой реальности с использованием математических моделей. К ним относятся различные радиоэлектронные измерения. В других областях, например, в исследованиях состава и свойств веществ и материалов (количественном химическом анализе) обеспечить достоверное математическое моделирование поведения химических веществ, в большинстве случаев, невозможно. В таких случаях целесообразнее использовать способ моделирования на основе баз эмпирических данных.

К категории профессиональных виртуальных лабораторий могут быть отнесены тренажеры в виде виртуальных приборов, ориентированные, как правило, на конкретные типы оборудования и профессиональное применение.

В качестве примера, можно привести компьютерный тренажер «Жидкостный хроматограф» от ЗАО «Институт хроматографии «Эконова» (<https://www.econova.ru>), который его авторы называют также виртуальным хроматографом. Программный продукт ориентирован на обучение работе на реальном приборе «Миллихром А-02», и содержит модуль «Генератор хроматограмм» с помощью которого можно моделировать хроматограммы исследуемых веществ с задаваемыми значениями удерживания и площадей пиков, меняя размеры, эффективность и мертвый объем колонки, вязкость подвижной фазы, скорость потока, количество каналов детектирования, то есть процессов реально протекающих в хроматографе [4]. При моделировании исследуемой реальности в тренажере используются как математическое моделирование, так и базы эмпирических данных.

Математическое моделирование применяется для описания объектов и процессов в измерительной цепи прибора: хроматографического пика, связи между объемом, временем и скоростью потока элюата, эффективности колонки, коэффициента разрешения. Наряду с этим, в тренажере используются базы данных зависимости вязкости водно-органических подвижных фаз, максимумов поглощения и молекулярной экстинкции некоторых изолированных хромофоров. Последнее ограничивает возможности моделирования 30 веществами, свойства которых заложены в базу данных тренажера.

Следует учитывать, что в количественном химическом анализе приборным измерениям, часто предшествует процесс подготовки аналитической пробы, иногда довольно сложный и многоступенчатый, включающий в себя различные сравнительно простые операции, такие как взвешивание, смешивание, высушивание, силилирование и многие другие. Для некоторых из этих операций могут быть предложены приемлемые математические модели, другие могут быть описаны только на основе эмпирических данных для конкретных веществ.

Таким образом, в виртуальных лабораториях (особенно химического профиля), предназначенных для подготовки и обучения высококвалифицированного персонала в условиях максимального соответствия последующему практическому применению, при моделировании исследуемой реальности следует стремиться к наивысшему достижимому уровню достоверности воспроизведения свойств и поведения реальных исследуемых объектов и процессов. Для этого может применяться как создание математической модели исследуемой реальности, так и использование баз данных о свойствах исследуемых объектов и протекающих процессов, а также совокупное взаимодополняющее использование обоих способов моделирования исследуемой реальности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Никулина Т.В., Стариченко Е.Б.* Виртуальные образовательные лаборатории: принципы и возможности // Педагогическое образование в России. 2016. № 7. С. 62-66.
2. *Кечиев Л. Н., Алешин А. В.* Дистанционное обучение в сети Интернет // Внешкольник. 2001. № 11. С. 19–21.
3. *Трухин А.В.* Об использовании виртуальных лабораторий в образовании // Открытое и дистанционное образование. – 2002. – № 4 (8). С. 67-69.
4. *Г.И. Барам, Г.Е. Барам.* Практикум по ВЭЖХ на виртуальном хроматографе [Электронный ресурс]. – Новосибирск: Г.И. Барам, 2015. –90 с. Режим доступа: <https://www.new.econova.ru>.

УДК: 614.849

И. А. Кайбичев

Уральский институт ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИКАТОРА PRICE CHANNEL ПРИ АНАЛИЗЕ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: применение индикатора Price Channel дало прогноз обстановки с количеством пожаров в Ивановской области, который совпал с фактом в 50 % случаев.

Ключевые слова: индикатор Price Channel, количество пожаров, Ивановская область.

I. A. Kaibichev

THE USE OF THE PRICE CHANNEL INDICATOR IN THE ANALYSIS OF THE SITUATION WITH FIRES IN THE IVANOV REGION

Abstract: the use of the Price Channel indicator gave a forecast of the situation with the number of fires in the Ivanovo region, which coincided with the fact in 50 % of cases.

Keywords: Price Channel indicator, number of fires, Ivanovo region.

Для анализа обстановки и прогнозирования успешно применяют методы теории временных рядов [1, 2], а также статистические методы прогнозирования [3]. На основе выделения тренда временного ряда разработана компьютерная программа анализа и прогнозирования обстановки с пожарами [4]. При выделении тренда используют метод наименьших квадратов [5]. Прогнозирование ежемесячного количества пожаров в Ивановской области на перспективу до 11 месяцев с относительной ошибкой менее 11 % реализовано в модели ARIMA(0,1,1) [6–8].

Выполним анализ данных по количеству пожаров за год в Ивановской области (рис. 1).

Отметим, что график количества пожаров имеет много общего с графиком цены на акции на фондовом рынке. Например, данные идут строго через определенный интервал. В случае с графиком количества пожаров (Рис. 1) интервал составляет 1 год. На фондовом рынке наиболее часто используют графики цен акций с интервалом 1 минута, 30 минут, 1 час, 1 день. Отличие есть также в возможных значениях. Например, количество пожаров не может дробным числом.

Проблема анализа ситуации и определения стратегии на будущий период имеет большую актуальность для фондового рынка. При этом математические модели не приобрели популярности, для решения проблемы разработаны индикаторы технического анализа [9,10].

Применим к данным по ежегодному количеству пожаров в Ивановской области один из популярных индикаторов – индикатор Price Channel [11]. Этот индикатор состоит из 3 дополнительных линий на графике цены.



Рис. 1. Количество пожаров в Ивановской области

Верхняя линия является линией сопротивления (считается, что цена большую часть времени расположена ниже этой линии), рассчитывается по формуле

$$H_i = \text{Max}([X_{i-n}; X_i]) \quad (1)$$

где X_i – цена акции в период i , n – период индикатора.

Нижняя линия является линией поддержки (считается, что цена большую часть времени расположена выше этой линии), рассчитывается по формуле

$$L_i = \text{Max}([X_{i-n}; X_i]) \quad (2)$$

Средняя линия рассчитывается как среднее арифметическое

$$S_i = (H_i + L_i)/2 \quad (3)$$

Период индикатора n рекомендуют выбирать 12, 14, 20 [11]. Мы выберем $n = 12$.

Расчет значений индикатора Price Channel выполним в программе Microsoft Excel (рис. 2).

Заметим, что нижняя линия (L) в этом случае совпадает со значением количества пожаров в 2013 году. Достижение графиком количества пожаров нижней линией дает основание предполагать дальнейшее снижение количества пожаров в 2014 году. Этот прогноз подтверждается практикой (рис. 1).

Похожая картина наблюдается в 2014–2018 годах. График количества пожаров (рис. 3) совпадает с нижней линией (L).

	A	B	C	D	E	F
1	2001	2265				
2	2002	2675				
3	2003	2300				
4	2004	2255				
5	2005	2297				
6	2006	1941				
7	2007	1750				
8	2008	1606				
9	2009	1483				
10	2010	1288				
11	2011	1177				
12	2012	1137				
13	2013	1067	1067	2675	1871	
14			L	H	S	

Рис. 2. Расчет значений индикатора Price Channel для 2013 года

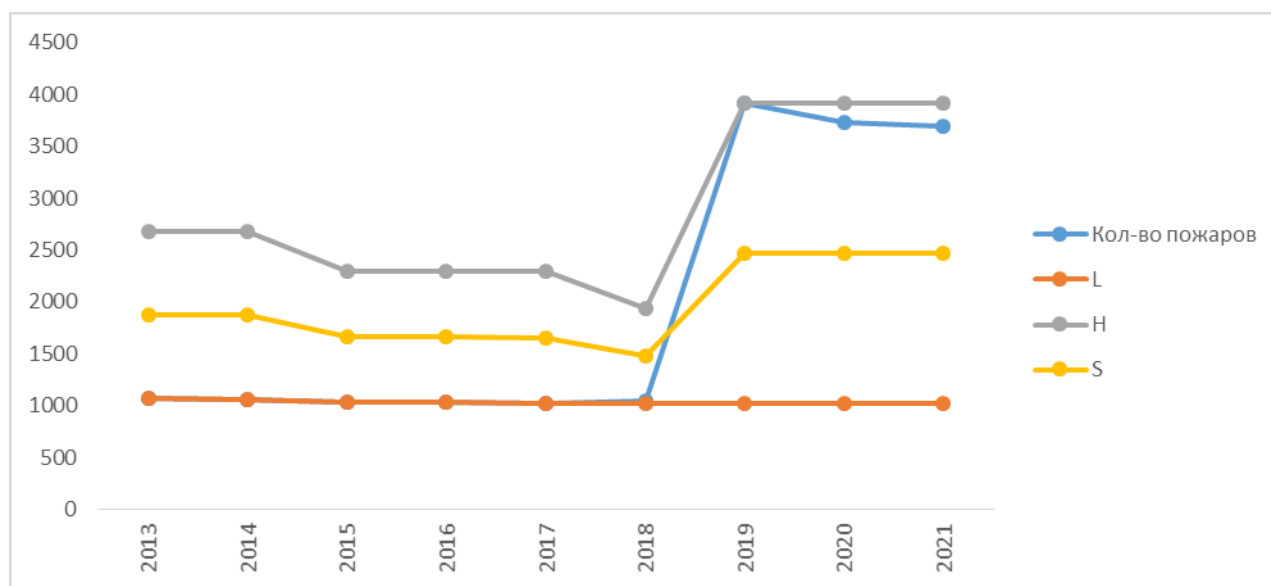


Рис. 3. Анализ количества пожаров с помощью индикатора Price Channel

Поэтому прогноз на 2015–2019 года – снижение количества пожаров. Сравнение с фактической обстановкой (рис. 1) показывает, что прогноз уменьшения количества пожаров выполняется в 2015–2017 годах. В 2018 году наблюдаем небольшой рост количества пожаров, а в 2019 году – значительный выброс (рис. 1).

В 2019 году наблюдаем совпадение количества пожаров с верхней линией (H). Это дает основания предполагать дальнейшее увеличение количества пожаров в 2020 году. Фактически в 2020 году наблюдаем спад количества пожаров. Поэтому прогноз не оправдался.

В 2020 году количества пожаров расположено рядом с верхней линией (H). Это дает основания предполагать дальнейшее увеличение количества пожаров в 2021 году. Фактически в 2021 году наблюдаем спад количества пожаров. Поэтому прогноз не оправдался.

Сравнение прогноза с фактической обстановкой (табл. 1) показывает, что применение индикатора Price Channel к данным по количеству пожаров в Ивановской области, оказалось полезным в 4 случаях из 8, что дает качество прогноза в 50 %.

Таблица 1. Сравнение прогноза с фактом

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Прогноз	Спад	Спад	Спад	Спад	Спад	Спад	Рост	Рост
Факт	Спад	Спад	Спад	Спад	Рост	Рост	Спад	Спад

Применение индикатора Price Channel позволяет избежать сложных математических расчетов, доступно широкому кругу сотрудников и работников МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Box G.E.P., Jenkins G.M., Reinsel G.C.* Time Series Analysis. Forecasting and Control. – NY: Wiley, 2008. – 784 p.
2. *Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М.* Анализ временных рядов и прогнозирование. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 228 с.
3. *Дуброва Т.А.* Статистические методы прогнозирования. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 206 с.
4. *Салихова А.Х., Самойлов Д.Б., Шварев Е.А., Михалин В.Н., Лазарев А.А., Заварихина О.С.* Опыт прогнозирования обстановки с пожарами на территории субъекта Российской Федерации на примере Ивановской области // Техносферная безопасность. 2018, № 1 (18), с. 9-16.
5. *Петров А.Н.* К вопросу о прогнозировании пожаров // Актуальные вопросы естествознания: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 24 марта 2020 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020, с. 315 – 320.
6. *Петров А.Н., Разводов М.А.* Прогнозирование количества чрезвычайных ситуаций в связи с пожарами в обеспечении пожарной безопасности региона // Пожарная и аварийная безопасность. 2020, № 3, с. 33 – 39.
7. *Петров А.Н.* Анализ динамики количества пожаров в Ивановской области // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 17-18 ноября 2020 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020, с. 343 – 348.
8. *Петров А.Н.* Прогнозирование количества пожаров в регионе // Современные проблемы гражданской защиты. 2021, № 4 (41), с. 94 – 102.
9. *Швагер Дж.* Технический анализ. Полный курс. – М.: Альпина Паблишер, 2001. – 768 с.
10. *Achelis S. B.* Technical analysis from A to Z. – NY: McGraw-Hill, 2001. – 267 p.
11. *Colby R.W.* The encyclopedia of technical marked indicators. – NY: McGraw-Hill, 2003. – 177 p.

УДК: 614.8.084

Е. М. Леонова, А. Н. Леонова
ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ) МЧС России

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Аннотация: система оповещения населения в каждом субъекте Российской Федерации строится в строгом соответствии с действующими нормативными документами с учетом особенностей региона. В данной статье рассматривается модель системы оповещения населения в виде так называемого «черного ящика».

Ключевые слова: система оповещения населения, модель системы оповещения населения, команды, каналы оповещения, цифровая передача сигнала.

E. M. Leonova, A. N. Leonova

MODEL OF THE PUBLIC WARNING SYSTEM

Abstract: the public warning system in each subject of the Russian Federation is built in strict accordance with the current regulatory documents, taking into account the characteristics of the region. This article discusses the model of the public warning system in the form of the so-called "black box".

Keywords: public warning system, public warning system model, commands, warning channels, digital signal transmission.

Система оповещения населения в каждом субъекте Российской Федерации строится в строгом соответствии с действующими нормативными документами с учетом особенностей региона [1,2]. В математической модели, приведенной на рис. 1, система оповещения населения представлена в виде так называемого «черного ящика» означает, что соблюдаются все регламентированные процессы на входе и выходе исследуемой системы [1], а внутренняя структура не рассматривается.

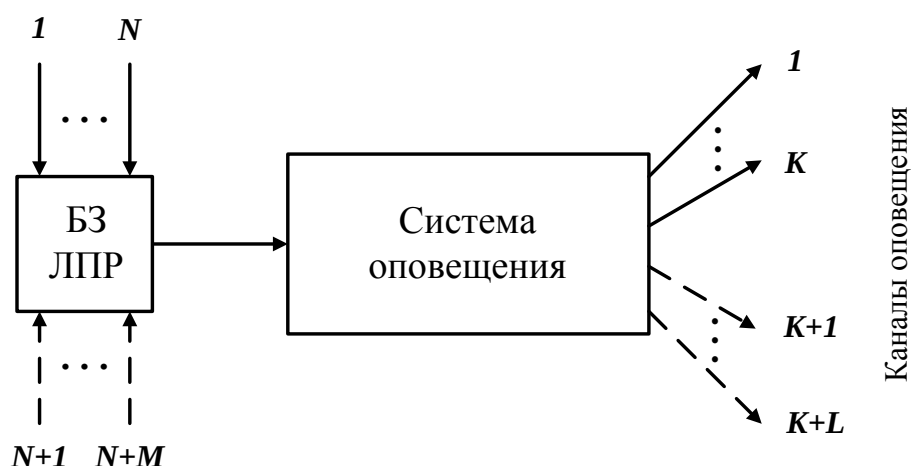


Рис. 1. Модель системы оповещения населения

Команда на задействование системы оповещения населения поступает оповещении поступают от специально уполномоченного лица, принимающего решение.

В правой части рассматриваемой модели показано K каналов оповещения. Под каналом оповещения понимается совокупность технических средств, предназначенных для доведения информации конкретным способом (звуковое, речевое, текстовое, видео сообщение). Повсеместный переход на цифровые технологии и каналы сетей передачи данных характерен и для систем оповещения населения. Поэтому для обеспечения своевременной и гарантированной передачи населению сигналов оповещения комплексно могут использоваться сети, приведенные в пункте 11 Положения о системах оповещения [1]. Вместе с тем не все из перечисленных сетей являются цифровыми.

Цифровая передача сигнала используется, как правило, только на участке от регионального пункта управления системой оповещения до пункта управления муниципальной системы, который в большинстве случаев размещается в Единой дежурно-диспетчерской службе (ЕДДС) муниципального образования. Каналы связи от ЕДДС до конечного средства оповещения могут быть проводными и беспроводными с использованием различных технологий, например технологии Virtual Private Dialup Network (VPDN), которая является одной из эффективных для организации «последней мили» на территориях, где отсутствуют операторы проводной связи [3]. Эффективность системы оповещения населения может быть оценена количеством своевременно оповещенного населения, методика определения которого приведена в [4]. Исходя из данной методики и требований национального стандарта [5], оно в конечном счете определяется зоной звукового покрытия селитебных и промышленных территорий населенных пунктов конечными средствами оповещения.

В процессе создания (реконструкции, расширения) систем оповещения населения были выявлены проблемы, связанные с наложением зон звукового оповещения конечных средств, установленных в непосредственной близости друг от друга и задействуемых с различных пунктов управления систем оповещен. Такого рода наложения наиболее часто встречаются в городах-миллионниках, городах и населенных пунктах с высокой плотностью опасных производственных объектов. Казалось бы, увеличение количества конечных средств оповещения должно оказывать прямое влияние на увеличение зоны покрытия и, как следствие, зоны адекватной идентификации информации в зоне уличного оповещения.

В большинстве решений при выборе громкоговорящего оборудования для оповещения населения, поскольку это наиболее массовый элемент системы оповещения исходят из его цены, поэтому используется аналоговый способ передачи речевого сигнала оповещения вплоть до усилителя.

Схема организации связи для передачи сообщений оповещения приведена на рис. 2.

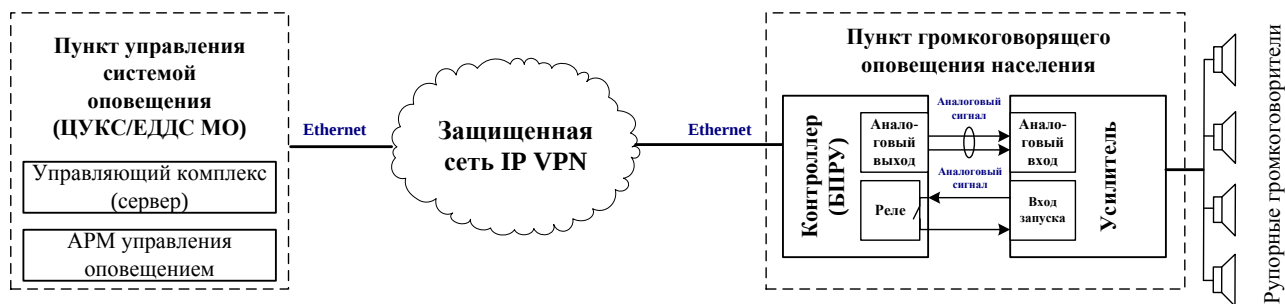


Рис. 2. Схема организации связи для передачи сообщений оповещения

Речевой сигнал оповещения населения, сформированный на автоматизированном рабочем месте (АРМ) оповещения, передается через сеть передачи данных IP VPN посредством Ethernet-подключения. На приемной стороне (пункте громкоговорящего оповещения населения) цифровой сигнал по сети IP VPN преобразуется в аналоговую форму с амплитудой 0,775 вольт в соответствии с ГОСТ 11515 [6] и подается на соответствующий аналоговый вход усилителя. Такая модель системы оповещения населения является наиболее простой и массовой, но и она требует совершенствования.

Первое направление заключается в совершенствовании разработанных технических средств оповещения. С этой точки зрения важными решениями представляются уменьшение массогабаритных характеристик с одновременным повышением качественных и надежности показателей, расширением функциональных возможностей, снижением энергопотребления.

Второе направление включает комплекс решений, направленных на интеграцию технических средств оповещения в единое информационное пространство на базе использования современных протоколов информационного обмена. Такие интеграционные процессы позволяют рассчитывать на получение синергетического эффекта, который выражается в качественном улучшении решений, направленных на своевременное оповещение населения.

В заключении еще раз хочется подчеркнуть, что именно система оповещения обеспечивает оперативное доведение до населения информации о возможных рисках и необходимости принятия мер по защите от ЧС.

Современные комплексы технических средств оповещения позволяют решить все поставленные перед системой задачи, именно внедрение данных комплексов существенно улучшают показатели системы оповещения населения по сравнению с предыдущим поколением аналогичного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совместный приказ МЧС России и Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 31.07.2020 № 578/365 «Об утверждении Положения о системах оповещения населения» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74723317/> (дата обращения 01.02.2023).

2. ГОСТ Р 22.7.05-2022 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях Региональные автоматизированные системы централизованного оповещения Общие требования» \ allgosts.ru (дата обращения 01.02.2023).
3. Отчет о НИР « Научные исследования по проблемам совершенствования (развития) и поддержания в состоянии постоянной готовности систем оповещения населения на территории Российской Федерации» (заключительный, М.ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020, 367 с.
4. Методические рекомендации по созданию и реконструкции систем оповещения населения, МЧС России, 2021 г., 110 с., [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/5174> (дата обращения 10.02.2023).
5. ГОСТ Р 55199-2012 Гражданская оборона. Оценка эффективности топологии оконечных устройств оповещения населения. Общие требования
6. ГОСТ 11515-91 ГОСТ 11515-91 Каналы и тракты звукового вещания. Основные параметры качества. Методы измерений - docs.cntd.ru.
7. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 42.3.01-2021 Гражданская оборона. Технические средства оповещения населения. Классификация. Общие технические требования [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200110556> (дата обращения 08.03.2022).
8. Совместный приказ МЧС России и Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 31.07.2020 № 578/365 «Об утверждении Положения о системах оповещения населения» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74723317/> (дата обращения 08.03.2022).
9. ГОСТ Р 15.301-2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. Режим доступа: docs.cntd.ru (дата обращения 09.03.2022).

УДК: 614.8.084

Е. М. Леонова, А. Н. Леонова
ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ) МЧС России

О ДЕЙСТВУЮЩИХ СИСТЕМАХ ИНФОРМИРОВАНИЯ И ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Аннотация: в статье рассмотрены отличия системы оповещения населения от системы информирования. Рассмотрена общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей.

Ключевые слова: система оповещения населения, система информирования, общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей, создавались системы защиты от угроз природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте, мобильные комплексы информирования и оповещения населения.

E. M. Leonova, A. N. Leonova

ABOUT THE OPERATING SYSTEMS OF INFORMING AND ALERTING THE POPULATION

Abstract: the article discusses the differences between the public warning system and the informing system. The all-Russian complex system of informing and alerting the population in places of mass stay of people is considered.

Keywords: public warning system, information system, all-Russian integrated system of informing and warning the population in crowded places, systems for protecting against natural and man-made threats, informing and warning the population in transport, mobile complexes for informing and warning the population were created.

Система информирования и оповещения населения. Это определение часто встречается в литературе. Вместе с тем имеется два различных термина «оповещение» и «информирование», определения которых приведены в [1]. Оповещение от информирования отличается способом и скоростью доведения информации о чрезвычайной ситуации, то есть временным параметром. Вместе с тем во вступившем в силу с 01 января 2021 года Положении о системах оповещения [2] в состав системы оповещения населения впервые введена общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН), создание которой интенсивно проводилось в первое десятилетие этого века. В это же время создавались системы защиты от угроз природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте (СЗИОНТ). Данные системы продолжают действовать на территории субъектов Российской Федерации. Рассмотрим их состояние и возможность их использования в составе систем оповещения в будущем.

В состав ОКСИОН входят терминальные комплексы (ТК):

пункты уличного информирования и оповещения населения (ПУОН);

пункты информирования и оповещения населения в зданиях с массовым пребыванием людей (ПИОН), которые в большинстве случаев устанавливались на объектах транспортной инфраструктуры;

мобильные комплексы информирования и оповещения населения (МКИОН).

Фотографии терминальных комплексов ПУОН, ПИОН, МКИОН приведены на рис. 1, 2, 3 соответственно.



Рис. 1. ПИОН на метрополитене



Рис. 2. ПУОН на автомагистрали



Рис. 3. МКИОН

В настоящее время наиболее востребованными являются МКИОН, они продолжают серийно выпускаться на базе современного телекоммуникационного оборудования, ими оснащаются главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации. По состоянию на 01 января 2023 года функционируют 41 МКИОН, из них созданы и находятся на балансе:

федерального бюджета – 35 МКИОН:

2 МКИОН находятся на балансе СЦ (Лидер, Ногинский):

33 МКИОН находятся на балансе в 31 ГУ МЧС (по 2 МКИОН в Республике Татарстан и Вологодской области);

регионального бюджета – 6 МКИОН:

по одному МКИОН в г. Москве, Московской и Новосибирской областях, Кабардино-Балкарской Республике;

2 МКИОН – в Сахалинской области.

Созданы 41 информационный центр ОКСИОН, в том числе за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации в городах. Курск, Калуга, Якутск, Ленск, Сарапул, Глазов, Ишим, Тобольск, Рязань. Построено 668 ТК, передано под управление – 532 ТК, из них:

работает 331 ТК;

не работает – 201 ТК:

– по техническим причинам – 140 ТК;

– по организационным причинам (реконструкция здания и не заключены договора) – 61 ТК.

Трансляция информационных материалов на ТК осуществляется в соответствии с утвержденными расписаниями.

ОКСИОН используется для информирования населения, но содержание терминальных комплексов – вещь дорогостоящая. В дальнейшем предусматривается использование только мобильной составляющей ОКСИОН – МКИОН.

Организация оповещения населения, находящегося в транспортных средствах или на пунктах посадки (высадки) пассажиров, наименее отработанный вопрос в системе организации оповещения населения, на который необходимо обратить внимание, поскольку в рабочее время в транспортных средствах может находиться 6–7 % населения [3].

В начале 2000 годов были построены сегменты системы защиты от угроз природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте (СЗИОНТ), смонтированные на железнодорожных и автовокзалах, станциях метрополитена [4,5], но в последующем широкого распространения данные системы не получили. На рис. 4 и 5 приведены фотографии элементов СЗИОНТ.



Рис. 4. СЗИОНТ на метрополитене



Рис. 5. СЗИОНТ на железнодорожном вокзале

В настоящее время информация по состоянию СЗИОНТ в субъектах Российской Федерации практически отсутствует, для ее получения в главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации специалистами ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) было направлено письмо о предоставлении исходных данных, анализ которых показал, что СЗИОНТ практически во всех субъектах Российской Федерации либо сняты с эксплуатации, либо готовятся документы на списание, поскольку выработал свой ресурс, сменные элементы и ЗИП отсутствуют. На сегодняшний день СЗИОНТ продолжает функционировать в Псковской области (города Псков и Великие Луки) и ряде других городов Российской Федерации.

ОКСИОН и СЗИОНТ – это не только системы информирования населения, это лица МЧС России на улицах городов и объектах транспортной инфраструктуры. Необходима программа по их возрождению на новом технологичном уровне, возможность их применения для оповещения населения, повышения имиджа МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (mchs.gov.ru).
2. Совместный приказ МЧС России и Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 31.07.2020 № 578/365 «Об утверждении Положения о системах оповещения населения» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74723317/> (дата обращения 01.02.2023).
3. Ю.И. Соколов. Оповещение населения при чрезвычайных ситуациях, М., КРУК, 2001, 191 с.
4. Отчет о НИР «Проведение мониторинга и экспертизы выполнения мероприятий программы по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте», Книга 1, М., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012, 291 с.

5. Отчет о НИР Проведение мониторинга и экспертизы выполнения мероприятий программы по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте», Книга 1, М., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013, 118 с.

УДК 621.316.9

А. Г. Марков, К. М. Чудотворова, А. А. Зюзина

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРИЗАЦИИ

Аннотация: статическая электризация является одной из причин возникновения пожара и взрыва. Средства защиты, изменяют свои свойства со временем и могут не обеспечивать требуемую надежность. Предлагаемые средства мониторинга статической электризации и параметров взрывоопасности среды позволяют решить эту проблему.

Ключевые слова: статическая электризация, защита, взрывобезопасность, датчик, резервуары, трубопроводы, пожар, взрыв.

A. G. Markov, K. M. Chudotvorova, A. A. Zyuzina

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MEANS OF CONTROL OF STATISTICAL ELECTRIFICATION

Abstract: static electrification is one of the causes of fire and explosion. Means of protection change their properties over time and may not provide the required reliability. The proposed means of monitoring static electrification and the parameters of the explosive environment allow us to solve this problem.

Keywords: electrification, protection, safety, sensor, tanks, fire, explosion.

Статическая электризация представляет опасность для объектов с технологическими процессами, связанными с переработкой горючих и взрывоопасных материалов, так как может являться причиной пожара и взрыва [1].

Защита от разрядов статического электричества должна осуществляться во взрыво- и пожароопасных производствах с наличием зон классов: В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa, II-I и II-II, в которых применяются или вырабатываются вещества и материалы с удельным электрическим сопротивлением $\rho_v > 10^5$ Ом·м [2].

В соответствии с ГОСТ 12.4.124-83 [3] средства защиты от статического электричества разделяются на:

- заземляющие устройства;
- нейтрализаторы;
- увлажняющие устройства;

- антиэлектростатические вещества;
- экранирующие устройства.

При движении нефтепродуктов по трубопроводу происходит его электризация по причине трения о стенки трубопровода и ее интенсивность увеличивается с увеличением скорости движения. Наэлектризованный нефтепродукт может подвергаться прокачке через нейтрализаторы заряда статического электричества перед поступлением в резервуар. Однако нейтрализатор не полностью нейтрализует заряд, а лишь снижает его до безопасных значений. На рисунке показано изменение плотности заряда при движении нефти по трубопроводу и технологическим аппаратам.

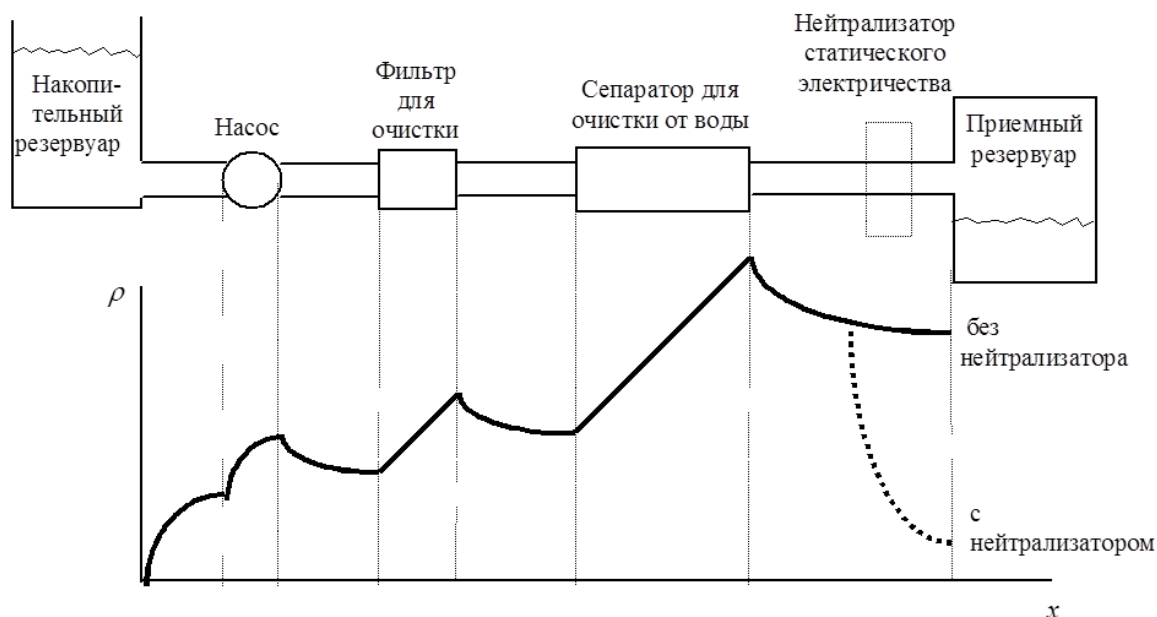


Рисунок. Изменение плотности заряда при движении нефти по трубопроводу и технологическим аппаратам

Однако производительность нейтрализатора не пропорциональна увеличению скорости прокачивания технологической среды, что может привести к поступлению в резервуар нефтепродукта с зарядом, выше допустимого значения, который может привести к возникновению разрядов с поверхности жидкости. Такие разряды могут являться источником зажигания взрывоопасных сред [4].

Скорость движения диэлектрических жидкостей по трубопроводам и истечения их в аппараты необходимо ограничивать таким образом, чтобы с потоком жидкости, не мог вызвать с ее поверхности искрового разряда с энергией, достаточной для воспламенения окружающей среды [5].

Существуют и другие факторы, влияющие на увеличение возможности возникновения разрядов СЭ:

- накопление осадка и отложений на дне резервуара;
- наличие незаземленных проводящих предметов на поверхности жидкости.

Поскольку опасное накопление заряда возможно даже при заземленном технологическом оборудовании (трубопроводах и резервуарах), вследствие постепенного образования на стенках осадка в виде пленок, то для предотвращения

взрывоопасного состояния рекомендуется вести мониторинг температуры вещества, напряженностью электростатического поля и концентрацией паров [4].

В настоящее время, в инициативном порядке технологический процесс оснащают датчиками температуры, электростатического поля и газоанализаторами. Для более удобного оперативного обращения с данными, получаемыми с применяемых датчиков, разрабатывается программно-аппаратный комплекс, позволяющий интерпретировать результаты измерений и строить прогноз для различных условиях эксплуатации резервуаров и трубопроводов. Аппаратная часть комплекса – в виде датчиков служит для непрерывного контроля параметров с датчиков температуры, напряженности электростатического поля и газоанализаторов. Использование массива данных с этими параметрами позволит динамически устанавливать пожаро-взрывоопасные режимы эксплуатации технологического оборудования. Для учета изменяющегося множества данных необходимо применение экспертной системы, которая позволит снизить время обработки информации и принятия решений [6].

Следует отметить, что применение средств контроля статической электризации в резервуарах и трубопроводах для нефти и нефтепродуктов в настоящее время не является обязательным и в отечественной нефтегазовой отрасли и как следствие (фактически) не производится.

Таким образом, можно сделать вывод, что развития средств контроля статической электризации в совокупности с другими измерительными средствами является актуальным. Данное направление позволит динамически наблюдать и своевременно оповещать персонал о возможных опасностях и необходимости выполнения профилактических мероприятий и технического обслуживания технологических систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Овчаренко А.Г., Раско С.Л.* Электростатическая безопасность пожаро- и взрывоопасных производств / Безопасность жизнедеятельности М.– 2008, С. 1-24.
2. ГОСТ Р 52274-2004 ЭСИБ. Общетехнические требования и методы испытаний.
3. ГОСТ Р 52274-2004 ЭСИБ. Общетехнические требования и методы испытаний.
4. *Веревкин В.Н., Марков А.Г., Михайлова Е.Д.* Обеспечение электростатической искробезопасности применения стеклопластиков в технологических трубопроводах, аппаратах и оборудовании / Безопасность Труда в Промышленности /– М. – 2021. –№ 10. – С. 53-59.
5. Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности" утв. Минхимпромом СССР, Миннефтехимпромом СССР 31.01.1972.
6. *Чернов В.А.* Контроль электризации нефтепродуктов в резервуарах-хранилищах / Перспективы развития информационных технологий Новосибирск, – 2015, С. 192-198.

УДК: 614.84

В. А. Маштаков, Е. В. Бобринев, Е. Ю. Удавцова, А. А. Кондашов, С. И. Рюмина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИРОТЕХНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ В СОСТАВЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

Аннотация: с применением теории нечетких множеств разработана математическая модель для обоснования использования пиротехнической группы в составе специализированных пожарно-спасательных частей ФПС ГПС. С использованием разработанной модели определены субъекты, в которых потребность в использовании данной группы в составе СПСЧ наиболее высокая.

Ключевые слова: нечеткое множество, чрезвычайная ситуация, риск, пиротехническая группа, специализированная пожарно-спасательная часть.

V. A. Mashtakov, E. V. Bobrinev, E. Yu. Udavtsova, A. A. Kondashov, S. I. Ryumina

THE USE OF A PYROTECHNIC GROUP AS PART OF SPECIALIZED FIRE AND RESCUE UNITS

Abstract: using the theory of fuzzy sets, a mathematical model has been developed to justify the use of a pyrotechnic group as part of specialized fire and rescue units of the Federal Fire Service of the State Fire Service. Using the developed model, the subjects in which the need for the use of this group as part of specialized fire and rescue units is the highest are identified.

Keywords: fuzzy set, emergency, risk, pyrotechnic group, specialized fire and rescue unit.

Для решения задач по тушению крупных пожаров в населенных пунктах и на объектах, по проведению аварийно-спасательных, водолазных и иных специальных инженерно-технических работ, связанных с ликвидацией пожаров, по ликвидации последствий техногенных и природных чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), [2, 4] в территориальных гарнизонах пожарной охраны в составе специализированных пожарно-спасательных частей ФПС ГПС (далее – СПСЧ) могут создаваться различные службы и группы (приказ МЧС от 21.03.2014 № 129 «О внесении изменений в приказ МЧС России от 30.12.2005 № 1027 и признании утратившими силу приказов МЧС России и отдельных положений приказов МЧС России»). Пиротехническая группа в составе СПСЧ создается для подрывных работ на водоемах (подрыв льда) и для поиска и обезвреживания взрывоопасных веществ и материалов [2].

В рамках перспективного развития СПСЧ было предложено присвоить каждой СПСЧ разряд от 1-го до 3-го, в зависимости от масштаба задач, к решению которых привлекается СПСЧ, с учетом рисков возникновения ЧС. Аналогичным образом разрядность предложено устанавливать для служб и групп в СПСЧ. Актуальной задачей является разработка критериев оценки необходимости использования той или иной службы (группы) в составе СПСЧ с учетом их разрядности.

В настоящей статье представлена математическая модель, разработанная с применением теории нечетких множеств [3], для обоснования использования пиротехнической группы в составе СПСЧ для обеспечения пожарной безопасности и защиты территорий от чрезвычайных ситуаций в субъектах Российской Федерации.

Сформирован перечень показателей, которые характеризуют необходимость использования пиротехнической группы в составе СПСЧ в субъектах Российской Федерации. Всего отобрано 9 показателей. Все показатели разбиты на две группы. В первую группу входят показатели, описывающие географические особенности субъекта. Во вторую группу входят риски возникновения чрезвычайных ситуаций, а также показатели, характеризующий наличие сил и средств РСЧС в рассматриваемом и соседних субъектах Российской Федерации.

Для каждого показателя определена функция принадлежности, значения которой лежат в интервале от 0 до 1. Функция принадлежности показывает, какие значения показателя являются наиболее приемлемыми с точки зрения необходимости использования пиротехнической группы в составе СПСЧ.

Интегральная оценка необходимости использования пиротехнической группы в составе СПСЧ в субъекте Российской Федерации определяется по формуле

$$W = \sum_{m=1}^3 \beta_m \sum_{k=1}^{N_m} a_{km} \mu_k(x_k), \quad (1)$$

где β_m – весовой множитель для m -ой группы показателей, N_m – количество показателей в m -ой группе, a_{km} – весовой множитель для k -го показателя в m -ой группе, μ_k – функция желательности для k -го показателя, x_k – значение k -го показателя для субъекта Российской Федерации.

Для определения весовых множителей для каждой группы показателей использовался метод попарных сравнений на основе лингвистической шкалы оценок [5]. При сравнении i -го и j -го показателей ставится оценка a_{ij} в зависимости от степени важности этих показателей с точки зрения использования пиротехнической группы в составе СПСЧ от 1 (если показатели одинаково значимы) до 9 (если i -ый показатель строго предпочтительней j -го). Оценка сравнения j -го показателя с i -ым имеет обратное значение $1/a_{ij}$.

Искомые значения весовых множителей $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N$ для каждой группы показателей являются решением оптимизационной задачи

$$S = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (a_{ij} a_j - a_i)^2 \rightarrow \min; \quad \sum_{i=1}^N a_i = 1, \quad (2)$$

которое находится методом неопределенных множителей Лагранжа [1].

Разработанная математическая модель была применена для обоснования использования пиротехнической группы в составе СПСЧ в субъектах Российской Федерации. Значения показателей социально-экономического развития субъектов определены по данным Федеральной службы государственной статистики [6]. Риски возникновения ЧС определены на основании анализа данных по видам источников возникновения и характера ЧС в субъектах Российской Федерации за период 2010–2021 гг.

На первом этапе были определены субъекты Российской Федерации, в которых необходимо использовать СПСЧ 1-го разряда. Для этих субъектов должно быть выполнено условие

$$W \geq W_{\text{гп}} = \frac{2W_{\text{max}} + W_{\text{min}}}{3}, \quad (3)$$

где W – значение интегрального показателя необходимости использования СПСЧ в субъекте Российской Федерации, W_{min} и W_{max} – минимальное и максимальное значения интегрального показателя среди субъектов Российской Федерации. Граничное значение $W_{\text{гп}}$ получено равным 0,650.

На втором этапе для остальных субъектов Российской Федерации были определены значения показателя «среднее расстояние до ближайшей СПСЧ» с учетом СПСЧ 1-го разряда и вычислены значения интегрального показателя необходимости использования пиротехнической группы в составе СПСЧ.

Пиротехническую группу 2-го разряда предлагается использовать в СПСЧ, если выполнено условие

$$W_{\text{пир}} \geq W_{\text{пир,гп}} = \frac{2W_{\text{пир,max}} + W_{\text{пир,min}}}{3}, \quad (4)$$

где $W_{\text{пир}}$ – значение интегрального показателя необходимости использования пиротехнической группы в состав СПСЧ в субъекте Российской Федерации, $W_{\text{пир,min}}$ и $W_{\text{пир,max}}$ – минимальное и максимальное значения интегрального показателя среди субъектов Российской Федерации, в которых нет СПСЧ 1-го разряда. Граничное значение $W_{\text{пир,гп}}$ получено равным 0,851.

Для оставшихся субъектов Российской Федерации было определено значение показателя «среднее расстояние до ближайшей СПСЧ» с учетом СПСЧ, в которой предлагается использовать пиротехническую группу 1-го или 2-го разрядов. Для каждого такого субъекта вычислялись значения интегральной оценки $W_{\text{пир}}$. Пиротехническую группу 3-го разряда предлагается использовать в СПСЧ в тех субъектах, для которых выполнено условие (4), при этом значения $W_{\text{пир,min}}$ и $W_{\text{пир,max}}$ определяются для тех субъектов Российской Федерации, в которых не используется пиротехническая группа 1-го или 2-го разрядов. Граничное значение $W_{\text{пир,гп}}$ для таких субъектов получено равным 0,761.

Полученные значения интегрального показателя необходимости использования пиротехнической группы в составе СПСЧ в субъектах Российской Федерации $W_{\text{пир}}$ приведены на рисунке. Пиротехническую группу 1-го разряда предлагается использовать в 6 субъектах Российской Федерации (выделены красным цветом на рисунке), пиротехническую группу 2-го разряда – в 19 субъектах (выделены желтым цветом), 3-го разряда – в 26 субъектах (выделены зеленым цветом). В 34 субъектах Российской Федерации необходимость в использовании пиротехнической группы в составе СПСЧ отсутствует (на рисунке показаны синим цветом).

РАЗДЕЛ 4. ИНФОРМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

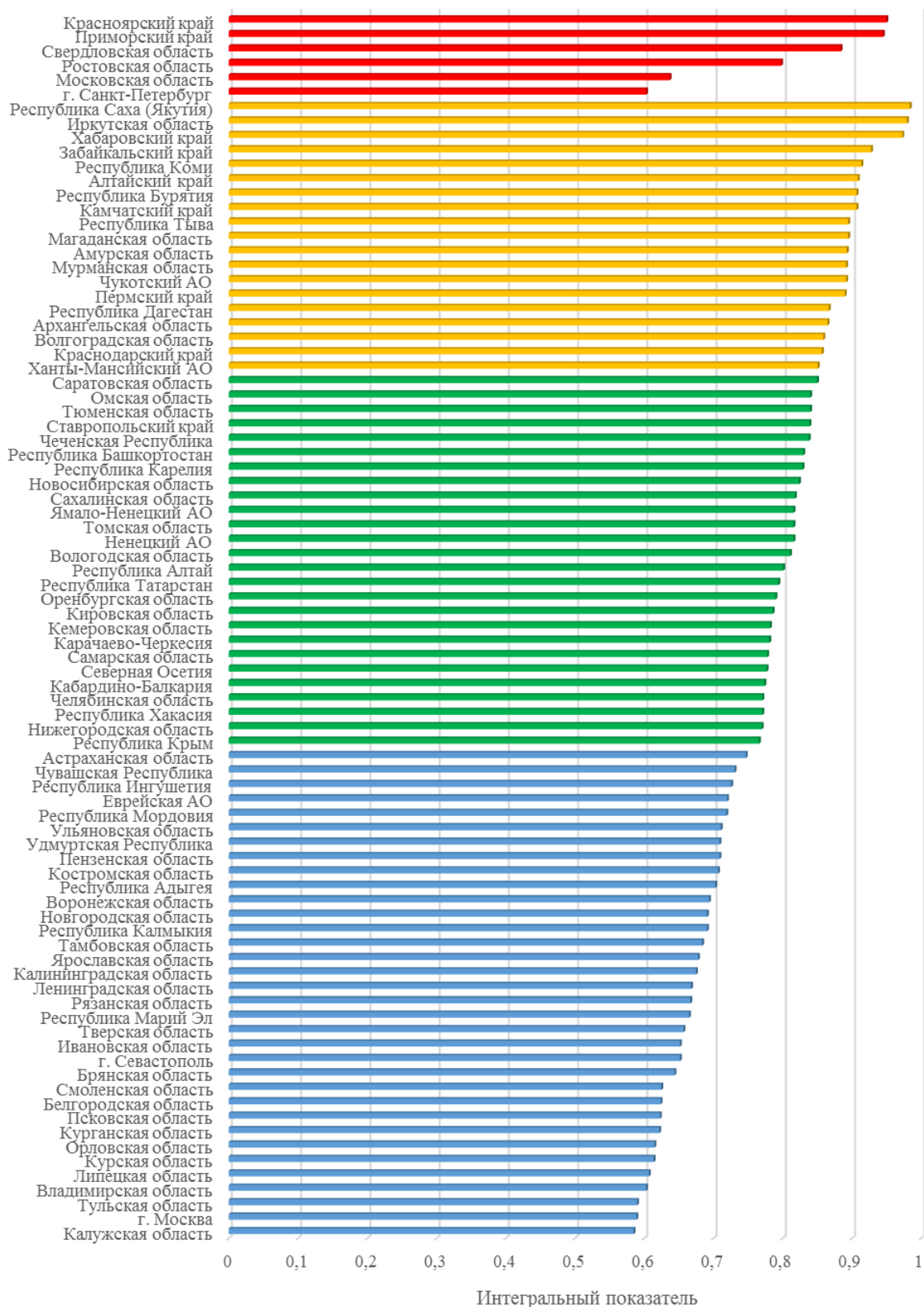


Рисунок. Распределение субъектов Российской Федерации по интегральному показателю необходимости использования пиротехнической группы в составе СПСЧ в субъектах Российской Федерации

Проведено сравнение результатов расчетов по математической модели с фактическим наличием пиротехнической группы в составе СПСЧ в субъектах Российской Федерации. Для этого были собраны сведения из Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации о наличии и потребности в пиротехнической группе в составе СПСЧ.

Из субъектов Российской Федерации, вошедших в красную группу, пиротехническая группа создана в Красноярской крае и в Ростовской области. Из субъектов, вошедших в желтую группу, пиротехническая группа в составе СПСЧ создана в 6 субъектах Российской Федерации. Из субъектов, вошедших в зеленую группу, пиротехническая группа в составе СПСЧ есть в 5 субъектах Российской Федерации. Из субъектов, вошедших в синюю группу, пиротехническая группа создана в 4 субъектах, причем в трех из них по данным Главных управлений МЧС по соответствующим субъектам потребность в данной группе отсутствует.

Таким образом, на основе теории нечетких множеств разработана математическая модель для обоснования использования пиротехнической группы в составе специализированных пожарно-спасательных частей ФПС ГПС. На основе разработанной модели проведены расчеты интегральной оценки для обоснования использования пиротехнической группы в составе СПСЧ для каждого субъекта Российской Федерации и определения разрядности данной группы.

Разработанная модель может быть применена для обоснования необходимости использования других служб (групп) в составе СПСЧ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бахтин В.И., Иванишко И.А., Лебедев А.В. и др.* Метод множителей Лагранжа: метод. пособие для студентов спец. 1-31 03 01-03 «Математика (экономическая деятельность)». – Минск: БГУ, 2012. 40 с.
2. *Дагиров Ш.Ш., Алешков М.В., Ищенко А.Д. и др.* Специализированные подразделения пожарной охраны: монография. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. 173 с.
3. *Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В.* Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. – М.: Издательство Машиностроение, 2004. 397 с.
4. *Киселёв Д.В.* Модели управления развитием специализированных пожарно-спасательных частей. Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация, 2020. № 3. С. 77-83.
5. *Миллер Д.А.* Магическое число семь плюс-минус два: некоторые ограничения в нашей способности обрабатывать информацию. Инженерная психология. М.: Прогресс. 1964. С. 192-255.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm (дата обращения: 02.02.2023).

УДК 372.851

С. А. Моркин¹, С. В. Ключников²

¹Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

²Государственный институт экономики, финансов, права и технологий, г. Гатчина

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ФУНКЦИЙ, ЗАДАННЫХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИ, В СРЕДЕ GEOGEBRA

Аннотация: в статье рассматривается прием построения графиков функций и демонстрационных моделей самого процесса построения графиков, заданных параметрически, с использованием комплекснозначного представления функций в компьютерной среде GeoGebra.

Ключевые слова: построение графиков функций, параметрическое задание функций, комплекснозначная функция действительного переменного, учебные математические программы и среды, методика обучения математике.

S. A. Morkin, S. V. Klyuchnikov

PLOTTING PARAMETRICALLY DEFINED FUNCTIONS IN THE GEOGEBRA ENVIRONMENT

Abstract: the article discusses the technique of plotting functions and demonstration models of the process of plotting, parametrically defined, using complex-valued representation of functions in the GeoGebra computer environment.

Keywords: function plotting, parametric assignment of functions, complex-valued function of a real variable, educational mathematical programs and environments, methods of teaching mathematics.

Изучение математики, физики и других дисциплин часто связано с построением графиков функций. Сначала строят прямые, параболы, гиперболы, потом графики тригонометрических и более сложных функций. Раздел математики, связанный с исследованием и построением графиков функции сложен для многих обучающихся [5].

Компьютер может поднять интерес к этим темам и показать, как с его помощью строятся многие графики. Применение компьютера и соответствующих математических учебных программ, повышает продуктивность работы обучающихся на занятиях, позволяет избежать однообразных рутинных действий при построении графиков функций. Среди множества учебных математических программ особо выделяются следующие программы: GeoGebra, The Geometer's Sketchpad, Advanced Grapher. Наиболее широкий набор инструментов для построения графиков у программы GeoGebra. С помощью этой программы проиллюстрируем построение графиков функций, заданных в параметрической форме.

Параметрическое задание функции имеет важное значение в динамике при изучении движения точек. Если точка движется на плоскости, то ее координаты x , y являются функциями некоторого параметра t .

Например, построим график гипоциклоиды.

Гипоциклоида образуется точкой окружности, которая катится по внутренней стороне другой окружности без скольжения [3].

Параметрические уравнения гипоциклоиды выглядят так:

$$x = r(k-1) \left(\cos t + \frac{\cos((k-1)t)}{(k-1)} \right) \quad (1)$$

$$y = r(k-1) \left(\sin t - \frac{\sin((k-1)t)}{(k-1)} \right) \quad (2)$$

где R - радиус неподвижной окружности, r - радиус катящейся окружности, $k = \frac{R}{r}$, t – параметр, измеренный в радианах [3].

Напрямую построить график функции, заданной параметрически в среде GeoGebra можно, но в большинстве случаев для этого надо будет записать сложное выражение, а это источник ошибок, поэтому упростим параметрические уравнения, используя комплекснозначную функцию действительного переменного в виде $z = x + i \cdot y$. График такой функции в программе GeoGebra строится по команде: Кривая(<Выражение>, <Параметр>, <Начальное значение>, <Конечное значение>). Упрощаем параметрическую запись функции с использованием комплексных чисел и основных формул Эйлера и Муавра, тогда:

$$\begin{aligned} z = x + i \cdot y &= r(k-1) \left(\cos t + \frac{\cos((k-1)t)}{(k-1)} + i \left(\sin t - \frac{\sin((k-1)t)}{(k-1)} \right) \right) = \\ &= r(k-1) \left(\cos t + i \sin t + \frac{\cos((k-1)t)}{(k-1)} - i \frac{\sin((k-1)t)}{(k-1)} \right) = r(k-1) \left(e^{it} + \frac{e^{-i(k-1)t}}{(k-1)} \right) \\ z &= r(k-1) \left(e^{it} + \frac{e^{-i(k-1)t}}{(k-1)} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

получаем уравнение (3) гипоциклоиды, записанное в виде комплекснозначной функции действительного переменного или более компактное уравнение (4) гипоциклоиды при $p = k-1$.

$$z = rp \left(e^{it} + \frac{e^{-ipt}}{p} \right) \quad (4)$$

После установки ползунков $p=6$, $R=4$, $r=1.5$, в строку ввода программы GeoGebra записываем и выполняем команды:

$$k = \frac{R}{r}, \quad p = k-1 \text{ и Кривая } (rp(e^{it} + e^{-ipt}/p), t, 0, n\pi)$$

Получаем изображение одного из вариантов графика исходной функции при $k = \frac{8}{3}$ (рис. 1).

Для визуализации всех особенностей гипоциклоиды создаем модель процесса построения (рис. 2).

Построение модели кривой начинаем с большей окружности радиуса R и центром в начале координат точка A . Центр малой окружности точка C имеет координаты $((R - r) \cos(n \pi), (R - r) \sin(n \pi))$, точка B определяется как точка на гипоциклоиде $a(n \pi)$. Управление построением осуществляется ползунком n .

Меняя параметры R и r , получаем графики других функций, например графики Астроиды и Дельтоиды (кривой Штейнера).

Астроида – это гипоциклоида с модулем $k = 4$ или $k = \frac{4}{3}$.

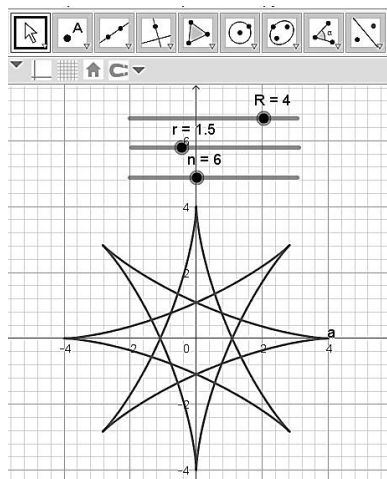


Рис. 1. График гипоциклоиды ($k = \frac{8}{3}$)

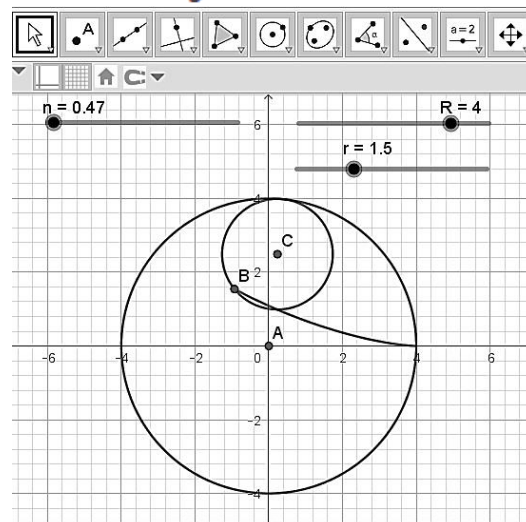


Рис. 2. Построение модели гипоциклоиды

Отличия графиков в том, что эти астроиды строятся первая (рис. 3) против часовой стрелке ($n = 2$), вторая (рис. 4) по часовой стрелке ($n = 4$).

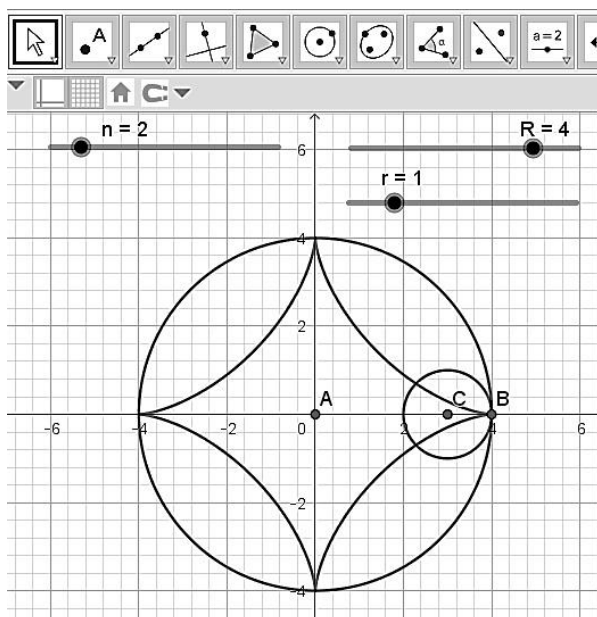


Рис. 3. Астроида $k = 4$

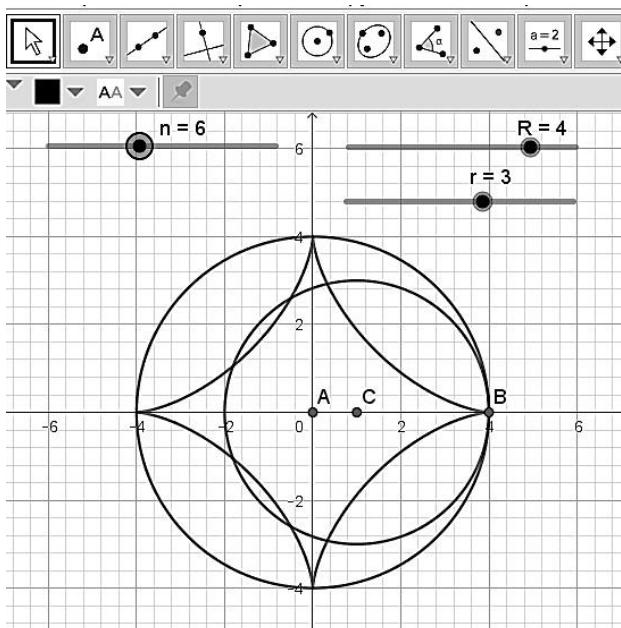


Рис. 4. Астроида $k = \frac{4}{3}$

Дельтоида [4] образуется точкой окружности, катящейся по внутренней стороне другой окружности, радиус которой втрое или в полтора раза больше радиуса первой. Дельтоида – это гипоциклоида с модулем $k = 3$ или $k = 1.5$.

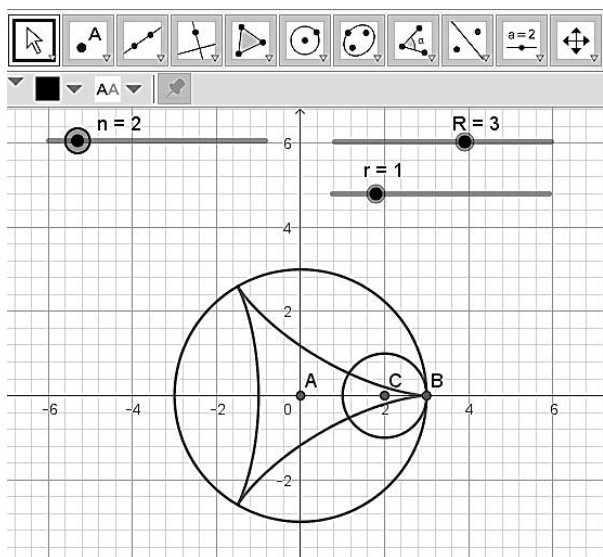


Рис. 5. Дельтоид $k = 3$

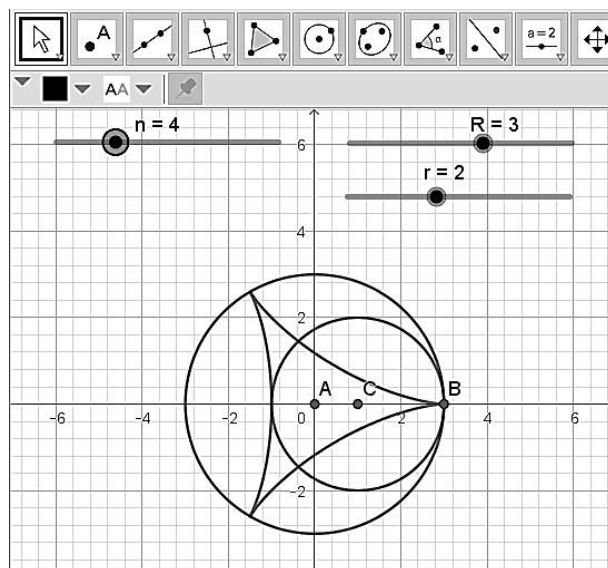


Рис. 6. Дельтоида $k = 1.5$

При $r = \frac{R}{2}$ получаем иллюстрацию к теореме Коперника, которая визуализирует связь вращательного и поступательного движений.

Построенные модели демонстрируют связи между различными видами движений, тем самым углубляя знания по физике вращательных и поступательных движений и образуя межпредметные связи.

Аналогичным образом строятся и другие графики функций и их модели, заданные в параметрическом виде с использованием комплекснозначных функций действительного переменного, например:

1. Спираль Архимеда $x = r t \sin t$, $y = r t \cos t$, $z = t e^{i(\frac{\pi}{2} - t)}$;
2. Логарифмическая спираль $x = r_1 \sin t$, $y = r_1 \cos t$, $z = r_1 e^{i(\frac{\pi}{2} - t)}$;
3. Эпициклоида $x = r(k+1)(\cos t - \frac{\cos(k+1)t}{k+1})$, $y = r(k+1)(\sin t - \frac{\sin(k+1)t}{k+1})$,
 $z = r p(e^{it} - \frac{e^{i p t}}{p})$;
4. Улитка Паскаля $x = 2R \cos t - h \cos 2t$, $y = 2R \sin t - h \sin 2t$,
 $z = 2R e^{it} - h e^{2it}$;
5. Лист Декарта $x = \frac{3at}{t^3 + 1}$, $y = \frac{3at^2}{t^3 + 1}$, $z = \frac{3at}{t^3 + 1}(1 + it)$, и многие другие функции [2].

Использование комплекснозначной функции действительного аргумента в ряде случаев заметно упрощает выкладки при построении графиков, заданных параметрически [1], делая их более наглядными и доступными обучающимся. При этом упрощается не только построение графика, но и создание демонстрационных моделей самого процесса построения сложных графиков. Этот прием дает

возможность преподавателю конструировать новые задачи, связанные с построением и исследованием графиков функций. Использование компьютерной программы GeoGebra позволяет выполнять построения графиков функций, проводить математические эксперименты, находить новые связи и углубить знания обучаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балк М.Б., Балк Г.Д., Полухин А.А. Реальные применения мнимых чисел. – Киев: Радянська школа, 1988. – 255 с. – ISBN 5-330-00379-2.
2. Блинова И. В., Попов И.Ю. Кривые, заданные параметрически и в полярных координатах. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2017. – 56 с.
3. Википедия интернет ресурс URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гипоциклоида> (дата обращения 03.03.2023).
4. Википедия интернет ресурс URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Дельтоида> (дата обращения 03.03.2023).
5. Методические аспекты использования компьютера для построения и исследования графиков. Каткова Л.Л. Интернет ресурс URL: <https://urok.1sept.ru/articles/102294> (дата обращения 03.03.2023).

УДК 66.011:681.5

В. Ю. Невиницын, А. Н. Лабути́н, Н. М. Хабибу́лин

Ивановский государственный химико-технологический университет

АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЕМКОСТНЫМ АППАРАТОМ СМЕШЕНИЯ

Аннотация: рассматривается задача аналитического синтеза нелинейных алгоритмов управления технологическим объектом на базе метода АКАР синергетической теории управления. Рассмотрены несколько альтернативных вариантов выбора инвариантных многообразий и их влияние на структуру и работоспособность алгоритма управления.

Ключевые слова: система автоматического управления, технологический объект, моделирование, синтез, алгоритм управления.

V. Yu. Nevinitsyn, A. N. Labutin, N. M. Habibulin

ANALYTICAL SYNTHESIS OF NONLINEAR CONTROL ALGORITHMS OF A MIXING TANK

Abstract: the article deals with the problem of analytical synthesis of control algorithms for a nonlinear technological object based on the ADAR method of synergetic control theory. Several alternatives of choosing invariant manifolds and their influence on the structure and operability of the control algorithm are considered.

Keywords: automatic control system, technological object, simulation, synthesis, control algorithm.

Решению задачи синтеза систем управления технологическими объектами посвящено большое число научных работ. Однако практическое применение в большинстве случаев получили методы классической линейной теории автоматического управления. В настоящее время, в связи с созданием и развитием синергетической теории управления (метод АКАР) [1], представляется возможным синтезировать нелинейные алгоритмы управления многомерными объектами без применения процедуры линеаризации.

Рассмотрим в качестве технологического объекта емкостной аппарат идеального перемешивания с двумя входными потоками жидкости и выходным потоком со свободным истечением (рис. 1). В таком аппарате может проводиться смешение двух входных потоков однородных жидкостей разной температуры или концентрации.

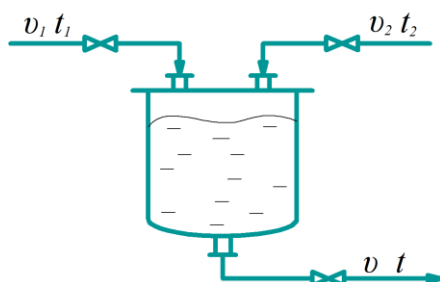


Рис. 1. Принципиальная схема смесителя

На рис. 1 введены обозначения: v_1, v_2 — расходы входных потоков; t_1, t_2 — температуры входных потоков; v, t — расход и температура выходного потока. Уравнение общего материального баланса аппарата имеет вид:

$$S_a \frac{dh}{d\tau} = v_1 + v_2 - k_v \sqrt{h}, \quad (1)$$

где h — уровень жидкости в аппарате, S_a — площадь поперечного сечения аппарата, $k_v = \alpha S_0 \sqrt{2g}$, α — коэффициент расхода, S_0 — площадь сечения патрубка, g — ускорение свободного падения.

Отличительной особенностью данного объекта является его нелинейность по каналу управления $v_1 \rightarrow h$ и наличие экстремума на статической характеристике. Задачей системы управления является стабилизация уровня в аппарате на заданном значении. Предположим, что входным управляющим воздействием является расход первого потока на входе в аппарат (v_1), при этом поток v_2 является возмущением.

Поскольку задача управления смесителем состоит в поддержании уровня в аппарате на заданном значении, т.е. в обеспечении равенства $h - \bar{h} = 0$, то в самом простом случае инвариант можно задать в виде:

$$\psi_1 = h - \bar{h} = 0. \quad (2)$$

Если объект подвержен влиянию неконтролируемых возмущений, то представляется целесообразным синтезировать алгоритм с интегральной составляющей [1]. В этом случае инвариант задается в виде:

$$\psi_2 = h - \bar{h} + \gamma z, \quad (3)$$

где γ – настраиваемый параметр, влияющий на скорость накопления ошибки. При этом исходная модель объекта расширяется за счет введения в структуру дополнительного дифференциального уравнения

$$\frac{dz}{d\tau} = \eta(h - \bar{h}), \quad (4)$$

где η – коэффициент, влияющий на скорость регулирования переменной h .

Альтернативным вариантом является задание инвариантного многообразия с учетом статической характеристики объекта:

$$\psi_3 = \bar{h} - b_0 - b_1 v_1 - b_2 v_1 |v_1| + \gamma z, \quad (5)$$

где $b_0 = 1/(k_v)^2$, $b_1 = 2v_2/(k_v)^2$, $b_2 = 1/(k_v)^2$ – коэффициенты регрессионной модели, определяемые из уравнения статики объекта.

Рассмотрим процедуру синтеза закона управления $u(x)$ для инварианта в форме (2). Для поиска $u(x)$ макропеременная ψ_1 должна удовлетворять решению основного функционального уравнения метода АКАР [1]:

$$T_1 \dot{\psi}_1 + \psi_1 = 0, \quad (6)$$

которое в развернутом виде с учетом инвариантного многообразия (2) в силу модели объекта (1) примет вид:

$$T_1 \frac{v_1 + v_2 - k_v \sqrt{h}}{S_a} + h - \bar{h} = 0. \quad (7)$$

Из (7) получаем выражение для закона управления:

$$v_1 = -\frac{S_a}{T_1} (h - \bar{h}) - v_2 + k_v \sqrt{h}. \quad (8)$$

Выражение (8) определяет закон управления уровнем смеси в аппарате. Настраиваемым параметром закона является постоянная времени $T_1 > 0$.

Повторяя вышеизложенную процедуру синтеза, можно получить выражение для закона управления с инвариантом в форме (3):

$$v_1 = -v_2 + k_v \sqrt{h} - S_a (h - \bar{h}) \left(\gamma \eta + \frac{1}{T} \right) - \frac{\gamma}{T} S_a z, \quad (9)$$

где величина z определяется из уравнения (4).

Для последнего случая инвариантного многообразия в форме (5) с интегральной составляющей уравнение (6) примет вид:

$$T_1 \left(-(b_1 + 2b_2 |v_1|) \frac{dv_1}{d\tau} + \gamma \frac{dz}{d\tau} \right) + \bar{h} - b_0 - b_1 v_1 - b_2 v_1 |v_1| + \gamma z = 0. \quad (10)$$

Поскольку модель (1) не учитывает инерционность системы регулирования расхода, запишем уравнение участка трубопровода:

$$T_{ИМ} \frac{dv_1}{d\tau} + v_1 = k_{ИМ} u, \quad (11)$$

где $T_{ИМ}$ – постоянная времени исполнительного механизма, $K_{ИМ}$ – коэффициент передачи, u – сигнал управления на исполнительный механизм. Из (10) закон управления с учетом уравнения (11) запишется:

$$u = \frac{T_{ИМ}}{T_1 k_{ИМ}} \frac{\bar{h} - b_0 - b_1 v_1 - b_2 v_1 |v_1| + \gamma z}{b_1 + 2b_2 |v_1|} + \frac{\gamma T_{ИМ}}{k_{ИМ} (b_1 + 2b_2 |v_1|)} (\bar{h} - h) + \frac{v_1}{k_{ИМ}}. \quad (12)$$

Необходимо отметить, что алгоритмы (8) и (9) также можно было получить с учетом уравнения исполнительного механизма (11).

На рис. 2 приведены примеры переходных процессов при ступенчатом изменении расхода v_2 ($\Delta v_2 = 0.5 \text{ м}^3/\text{мин}$) в момент времени $\tau = 50 \text{ мин}$.

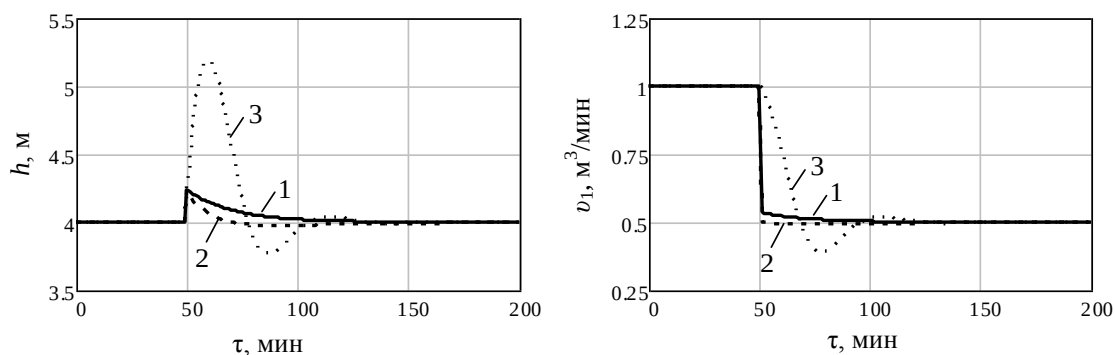


Рис. 2. Изменение регулируемой переменной и управляющего воздействия при ступенчатом возмущении по расходу v_2 (1, 2, 3 – варианты алгоритма управления)

Как видно из рис. 2, все синтезированные алгоритмы работоспособны и обеспечивают стабилизацию уровня в аппарате в условиях действия возмущений. Наилучшие показатели качества обеспечивают первые два варианта, что говорит о возможности их практического применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 344 с.

УДК 66.011:681.5

В. Ю. Невиницын, Н. М. Хабибулин

Ивановский государственный химико-технологический университет

СИМУЛЯТОР СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ

Аннотация: рассмотрен процесс разработки симулятора для обучения операторов систем диспетчерского контроля и управления технологическими процессами. Предлагаемый комплекс можно использовать для формирования у обучающихся соответствующих профессиональных умений и навыков, а также для проведения аттестации технологического персонала и проверки их знаний.

Ключевые слова: симулятор, система автоматического управления, технологический процесс, программируемый контроллер, полунатурное моделирование.

V. Yu. Nevinitsyn, N. M. Habibulin

SUPERVISORY AND CONTROL SYSTEM SIMULATOR OF A TECHNOLOGICAL PLANT

Abstract: the paper deals with the process of a training simulator design for operators of a technological process supervisory control system. The proposed complex can be used for the forming of relevant professional abilities and skills of students, as well as for the certification of technological personnel and testing their knowledge.

Keywords: simulator, automatic control system, technological process, programmable controller, hardware in the loop simulation.

Современные симуляторы систем контроля и управления должны обеспечивать процесс обучения персонала в режиме реального времени с возможностью имитации различных режимов работы технологического процесса и системы управления. Как правило, тренажер использует компьютерную имитационную модель процесса, поскольку реальный технологический объект не всегда возможно или опасно использовать в целях обучения. Математические модели могут адекватно воспроизводить процессы, протекающие в различных аппаратах и установках, в широком диапазоне изменения всех параметров технологического процесса, что позволяет моделировать различные технологические и аварийные ситуации [1].

Тренажер оператора системы управления реализован на базе программно-технического комплекса (ПТК), структура которого представлена на рис. 1. ПТК построен на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК154, рабочей станции (автоматизированное рабочее место, АРМ) и графической панели оператора ОВЕН СП307, соединенных по сети Ethernet и RS-485. АРМ содержит следующее программное обеспечение: CoDeSys, OwenOPC-сервер, Конфигуратор СП300, MATLAB, MasterSCADA.

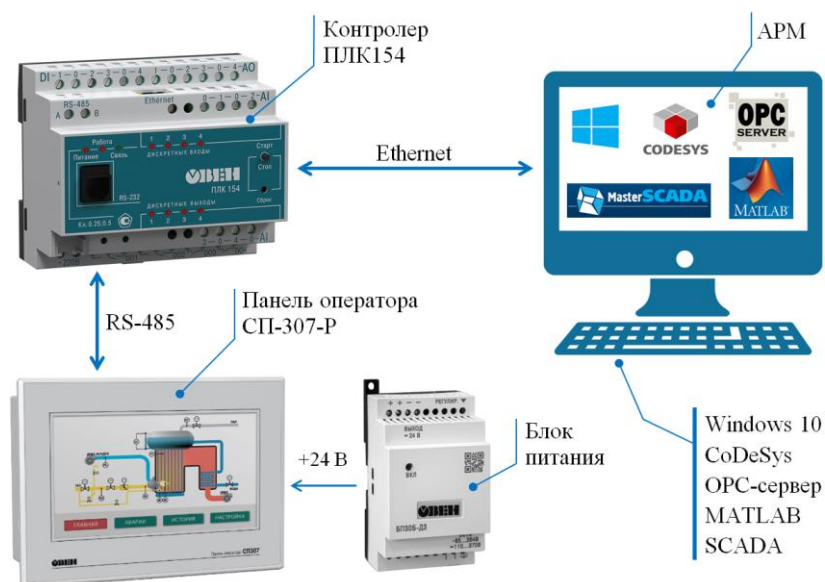


Рис. 1. Структура программно-технического комплекса

В основу работы ПТК положен принцип полунатурного моделирования (англ. HIL-simulation), при котором для воспроизведения работы технологических объектов применяются компьютерные математические модели (симулятор использует модель объекта в среде MATLAB Simulink), а алгоритмы управления, взаимодействие с оператором и визуализация процесса реализуются на реальных технических средствах автоматизации (программируемый логический контроллер и графическая панель оператора).

ПТК реализует имитацию работы теплообменника смешения, представляющего собой емкостной аппарат идеального перемешивания с двумя входными потоками жидкости и выходным потоком со свободным истечением. В аппарате проводится смешение двух входных потоков однородных жидкостей разной температуры. Целью функционирования объекта является получение раствора с заданным значением температуры.

Для учебного тренажера разработан ряд сценариев, позволяющих изучать различные аспекты в сфере систем диспетчерского контроля и управления. Рассмотрим ситуацию, когда оператор изменяет заданное значение температуры в аппарате с целью изучения принципа работы системы автоматического регулирования, работы ПИ-регулятора и исследования характера переходных процессов в системе управления. На рис. 2 приведено окно панели оператора СП307, в котором пользователь может задать настроечные параметры ПИ-регулятора (параметры K_p , T_i) и изменить заданное значение температуры в аппарате (параметр SP).

На рис. 3 приведен соответствующий пример работы симулятора, иллюстрирующий переходные процессы регулирования температуры и уровня при изменении уставки по температуре. Соответствующие графические зависимости обучающийся может видеть в реальном времени на экране панели оператора СП307. В начальный момент заданное значение температуры составляет $t^3 = 65,7$ (°C), что соответствует номинальному режиму работы системы. Далее, через 10 минут работы при помощи соответствующего элемента ввода на панели СП307 (параметр SP на рис. 2) оператор устанавливает величину $t^3 = 72,3$ (°C), что на 10 % больше номинального значения. Далее, в момент времени 50 минут оператор изменяет уставку на величину $t^3 = 65,7$ (°C).

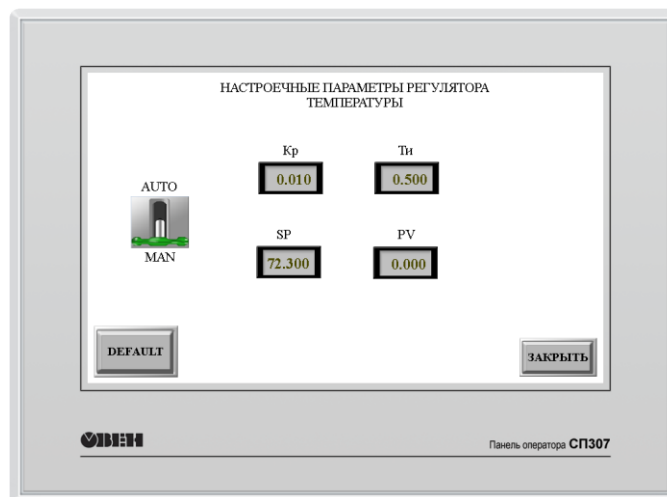


Рис. 2. Интерфейс графической панели оператора

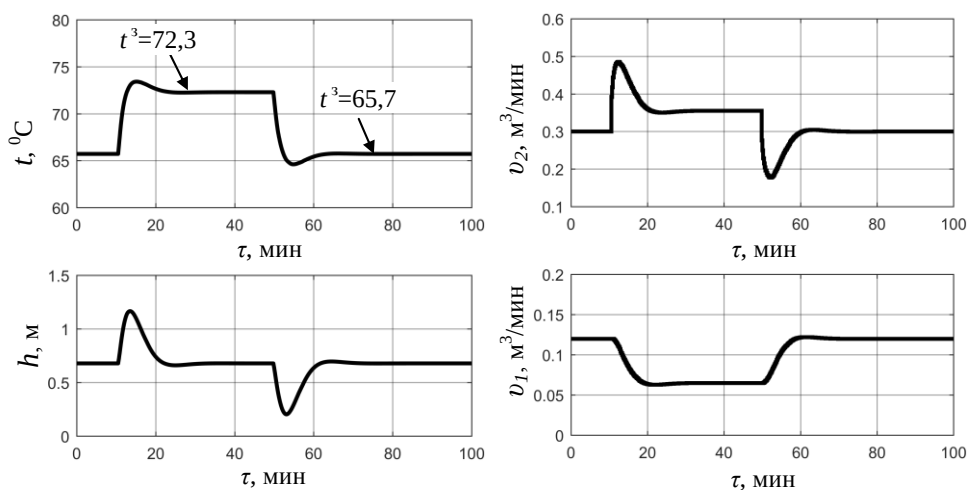


Рис. 3. Примеры переходных процессов в системе управления

Описанный выше сценарий обучает оператора основам работы системы автоматического регулирования. Аналогичным образом, с помощью данного комплекса оператор может исследовать влияние настроечных параметров ПИ-регулятора на качество переходных процессов, исследовать работу системы управления при действии возмущающих факторов, перейти в ручной режим управления и т.д.

Количество технологических объектов может быть расширено путем добавления соответствующих математических моделей. Например, на базе данного ПТК также можно реализовать симулятор системы контроля и управления химическим реактором.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дозорцев В.М. От неклассической к постнеклассической науке: пример компьютерных тренажёров для обучения операторов технологических процессов // Проблемы управления. – 2020. – №2. – С. 69-82.

УДК 316.472.4

Н. В. Олухов

Уральский институт ГПС МЧС России

ЗНАЧЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАБОТЫ ОРГАНОВ ВЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ МЧС РОССИИ)

Аннотация: в материале представлен анализ деятельности органов власти с населением через призму ведения сообществ в популярных российских социальных сетях, таких как, «ВКонтакте» и «Одноклассники». В публикации также представлены новации и особенности развития социальных сетей в настоящее время.

Ключевые слова: социальные сети, интернет, информационный контент, обратная среда, официальная страница, сообщество, открытость, оперативность, публичность.

N. V. Olukhov

THE IMPORTANCE OF SOCIAL NETWORKS FOR THE WORK OF THE AUTHORITIES (ON THE EXAMPLE OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA)

Abstract: the article presents an analysis of the activities of authorities with the population through the prism of conducting communities in popular Russian social networks, such as VKontakte and Odnoklassniki. The publication also presents innovations and features of the development of social networks at the present time.

Keywords: social networks, Internet, informational content, feedback environment, official page, community, openness, efficiency, publicity.

Важным атрибутом деятельности органов власти с населением, в настоящее время, является ведение сообществ в популярных российских социальных сетях, таких как, «ВКонтакте» и «Одноклассники». Все чаще общение чиновников (представителей различных органов власти на разных её уровнях) происходит с гражданами в виртуальной реальности в формате реального времени. Интернет-среда для российского общества и государства становится особой формой социальной действительности.

Руководители федерального, регионального (например, федеральные министры, руководители субъектов РФ) и местного уровня (например, главы муниципалитетов) «заводят» личные страницы и осуществляют их «ведение» посредством размещения в новостной ленте различного рода «ивентов» (т.е. событий). На этих официальных страничках публикуется абсолютно разноплановая информация, например, новости о развитии муниципалитета – их социально-экономического, общественно-политического, и конечно, культурного развития. Должностные лица, которые ведут личные «паблики» становятся для своих подписчиков, своего рода, источниками информации – они от первого лица, достаточно оперативно, делятся своими впечатлениями и оценками о происходящих событиях на конкретной территории.

Ещё одной новацией в виртуальной сфере стали официальные (верифицированные) сообщества органов местного самоуправления (паблики городских дум, районных администраций, страницы муниципальных образований) и органов государственной власти субъектов и федеральных органов власти РФ. Например, уже сегодня, отдельные министерства (в том числе и МЧС) ведут свои «страницы», на которых, также публикуется актуальная информация, а также новости о работе органа или курируемых учреждений / организаций.

Несомненно, данные обстоятельства открывают новые возможности для достижения взаимосвязанных задач для органов власти – с одной стороны решения наиболее важных для населения вопросов, а с другой – такого рода виртуальное взаимодействие формирует положительный имидж власти в глазах российских граждан. Время, когда власть была «закрыта» или отдалена от обывателя уходит в небытие.

Сегодня представители органов государственной и местной муниципальной властей сами «стучатся» к нам в социальных сетях для выстраивания социального конструктива.

В этом направлении особо важным становится формирование так называемой «обратной связи». У граждан, помимо, традиционных каналов связи с государством (а это, обращение непосредственно в орган власти или через «интернет-приемную» со своим заявлением-жалобой; встреча с представителем власти на местах в очном формате на личном приёме) появился ещё один – используя виртуальный канал социальных сетей через официальную страницу представителя власти или официальный паблик органа власти, также можно направить своё обращение или свой вопрос для проработки и дальнейшего решения. Схема «обратной связи» реализует важные для органов власти принципы «открытости» и «доступности» – такая форма общения с населением особо ценится, ведь это возможность напрямую, минуя бюрократические проволочки, задать интересующие вопросы специалистам конкретного органа государственной или муниципальной власти.

Кроме того, сами по себе официальные страницы / паблики выполняют и другую важную задачу: помимо, опубликования официальной информации там часто публикуется и неофициальная информация – это особенность именно социальных сетей. «Паблисити» представляют собой отдельный канал для коммуникации со своими подписчиками.

Также преимуществом социальных сетей перед другими каналами распространения информации является его малозатратность. Другими словами, подготовка и размещение информации о каком-либо событии производится силами специалиста и пока не требует серьёзных финансовых вливаний. Для выполнения основных задач специалисту по ведению паблика органа власти достаточно тех инструментов, которые представлены разработчиками и администрацией конкретной социальной сети. Алгоритм продвижения своего информационного «продукта» в социальных сетях достаточно изучен и широко представлен в виде т.н. «лайфхаков» в интернете.

Данный современный тренд поддержали и специалисты МЧС России, которые также начали вести соответствующие (тематические) странички и паблики. Например, федеральный канал МЧС «ВКонтакте» https://vk.com/mchs_russia имеет около 253 тыс. подписчиков, в «Одноклассниках» (<https://ok.ru/mchsrussia>) примерно 60 тыс. подписчиков. А Главное управление МЧС России по Свердловской области, как региональный портал «ВКонтакте» (<https://vk.com/firepress66>) имеет около 6,5 тыс. подписчиков, а в «Одноклассниках» (адрес: <https://ok.ru/gumchs66>) –

примерно 1 тыс. подписчиков. Суммарно, такое значительное количество подписчиков обеспечивает существенный охват при распространении разноплановой информации от МЧС – министерство, тем самым, решает важные задачи по продвижению своих идей среди населения.

В настоящее время ведомство размещает на своих площадках актуальные новости о работе спасателей, публикует информацию по профилактике и предупреждению чрезвычайных ситуаций, осуществляет коммуникацию с подписчиками, отвечая на их вопросы.

Для продвижения основных идей и освещения основных идей МЧС использует в сообществах соцсетей разные форматы предоставления информации – это тематические посты, фоторепортажи с мест событий, видеоролики (событийные или рекламно-профилактические), а отдельные спасатели ведут свои личные влоги, на страницах которых рассказывают о своей работе (данный формат особо нравится подписчикам, так как они видят происходящее вокруг глазами самого сотрудника МЧС), используя формат интервью специалисты ведомства проводят разъяснения по наиболее важным вопросам безопасности и т.д.

Данную работу необходимо продолжать делать, выводя её на более высокий, профессиональный уровень, когда для подготовки будущего контента необходимо использовать специализированную технику – квадрокоптеры, моушен камеры, специальные приложения для монтажа фото и создания видеоконтента и др.

В заключении хочется отметить, что соцсети выступают не только каналом для информирования и развлечения, но и мощным инструментом пиара. У представителей власти важная работа – это работа с населением, а получение обратной связи ждут все субъекты взаимоотношений (не только властимущие, но и граждане), мониторинг мнений, нивелирование негативных настроений посредством работы с комментариями под постами не только в своём курируемом паблике, но и в других сообществах социальных сетей.

Сегодня уже невозможно представить информационную работу без участия и привлечения интернет-ресурсов. Развитие «паблисити» – это качественная работа органов власти, связанная с формированием информационной повестки, продвижением будущих «ивентов», дальнейшего развития особого пространства для общения представителей разных социальных групп. Ведение социальных сетей – это не только размещение разноплановой информации, но это и выстраивание конструктивного общения между властью и населением (например, посредством проведения, так называемых, «прямых эфиров»), отработка комментариев на поступающие запросы и жалобы от рядовых жителей страны, региона, муниципалитета, это исполнение запросов граждан с помощью специалистов внутри организации или с привлечением специалистов иных органов власти.

Для достижения желаемых успехов необходимо на регулярной основе разрабатывать и размещать информационный контент (текст, фото, видеосюжет и др.), работать с комментариями и сообщениями, которые поступают в соответствующий раздел «сообщества» или на «личную страницу».

УДК 519.23:614.849

А. Н. Петров

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация: в работе проведен анализ динамики ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации за период времени с 2009 по 2018 годы. Показано, что временной ряд содержат 4 компонента: тренд, сезонную, циклическую и случайную. Сделан вывод о том, что сезонная, тренд-циклическая и случайная компоненты вносят в вариацию временного ряда вклады одинакового порядка, как по математическому ожиданию, так и по интервалу вариации.

Ключевые слова: пожары, пожарная безопасность региона, временной ряд, динамика, анализ.

A. N. Petrov

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE NUMBER OF FIRES IN THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT

Abstract: the paper analyzes the dynamics of the monthly number of fires in the Russian Federation for the period from 2009 to 2018. It is shown that the time series contains 4 components: trend, seasonal, cyclic and random. It is concluded that the seasonal, trend-cyclic and random components make contributions of the same order to the variation of the time series, both in terms of mathematical expectation and in the interval of variation.

Keywords: fires, regional fire safety, time series, dynamics, analysis.

Прогнозирование с достаточной точностью количества пожаров на конкретной территории является необходимостью при принятии управленческих решений в области обеспечения пожарной безопасности. Источником информации для получения прогноза количества пожаров на является ряд динамики прогнозируемого показателя за достаточно протяженный интервал времени.

Результаты работы [2] свидетельствуют о том, что большинство отечественных авторов в качестве объекта исследования выбирают ряд динамики количества пожаров в конкретном регионе с шагом в 1 год, и получают прогнозы анализируемого показателя на горизонт в 1–2 шага. Более существенный практический интерес в управлении пожарной безопасностью региона представляет анализ ряда динамики ежемесячного количества пожаров и прогнозирования на перспективу до 12 месяцев.

Работа продолжает цикл статей автора [3–6], посвященных анализу динамики долгосрочных временных рядов ежемесячного количества пожаров в регионах России.

Цель работы: проведение анализа ряда динамики ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации за 10 лет.

Ряд динамики ежемесячного количества пожаров в конкретном регионе является результатом реализации случайных процессов. Анализ конкретного ряда

динамики сводится к определению его свойств и выводов о количественном вкладе каждого из стохастических процессов в итоговый результат.

В структуре ряда динамики выделяют пять составляющих [1]:

1. Тренд – монотонно изменяющаяся компонента, которая определяется влиянием факторов долговременного действия.
2. Сезонная компонента временного ряда учитывает влияние на величину уровня в конкретный момент времени сезонных (природно-климатических) характеристик региона.
3. Циклическая составляющая ряда динамики учитывает влияние факторов, которые действуют в течении нескольких лет.
4. Автокорреляция – корреляционная связь между уровнями ряда динамики.
5. Стохастическая компонента.

Следует отметить, что первые четыре составляющие структуры ряда динамики являются детерминированными величинами.

На рис. 1 приведен ряд динамики ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации с 2009 по 2018 год. Рисунок отражает официальную статистическую информацию, опубликованную ВНИИПО [7-10].

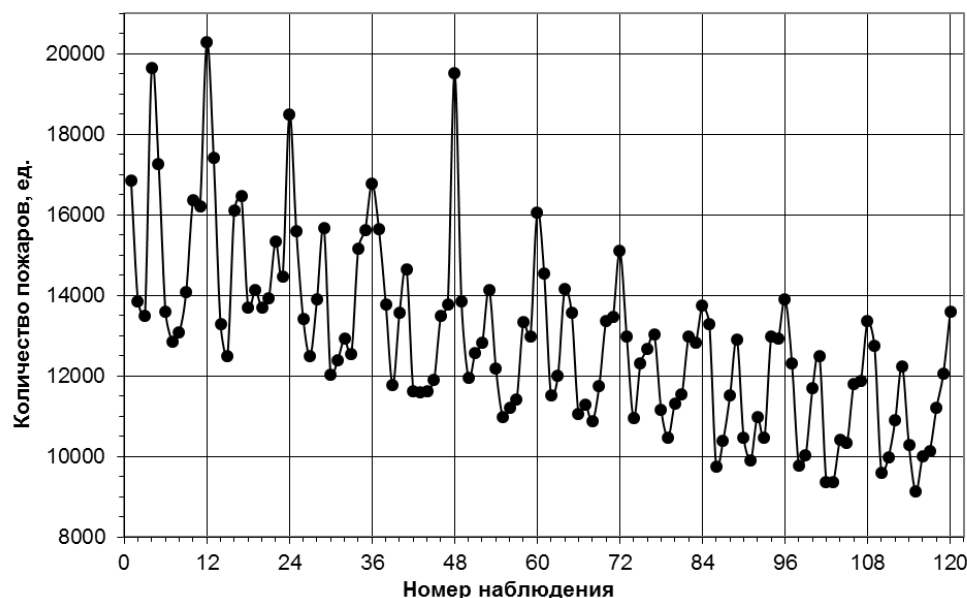


Рис. 1. Ряд динамики ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации за 10 лет

Анализ проводился с помощью универсального статистического пакета STATISTICA 6.1.

На начальном этапе определим, существует ли прямая корреляционная связь между уровнями анализируемого ряда динамики. На рис. 2 показана коррелограмма исходного ряда динамики. В работах [3–6] установлено, что наблюдаемая автокорреляция в рядах динамики ежемесячного количества пожаров в регионах вызвана влиянием тренда и сезонного компонента, имеющего периодический характер. Периодическая составляющая L может быть удалена из временного ряда взятием разности соответствующего порядка: из каждого i -го элемента ряда вычитается $(i-L)$ -й элемент.

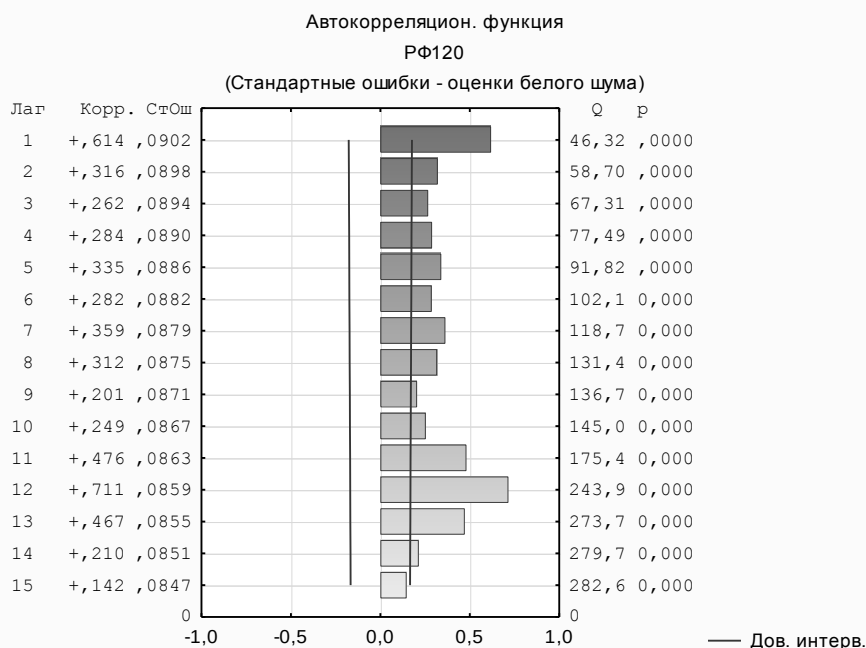


Рис. 2. Автокорреляционная функция ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации

Наличие тренда выявило сглаживание временного ряда (рис. 3), на котором приведен исходный временной ряд, сглаженный с помощью стандартного фильтра Т4253Н. Процедура фильтрации основана на последовательности преобразований исходного ряда через четырёхточечную скользящую медиану с применением центрирования [1]. Необходимо отметить, что наличие линейного тренда и циклической составляющей четко наблюдается на рис. 3.

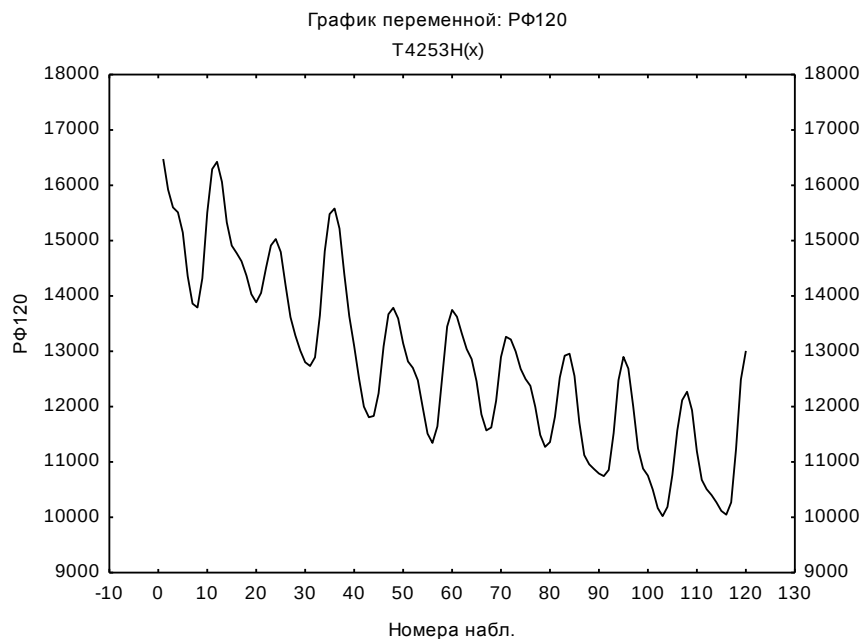


Рис. 3. Сглаженный ряд динамики ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации

В общем случае на ряд динамики могут влиять факторы, имеющие периодическое действие. Такое периодическое воздействие в общем случае может быть сложным. Спектральный анализ позволяет выявить периодичности, лежащие в основе временного ряда.

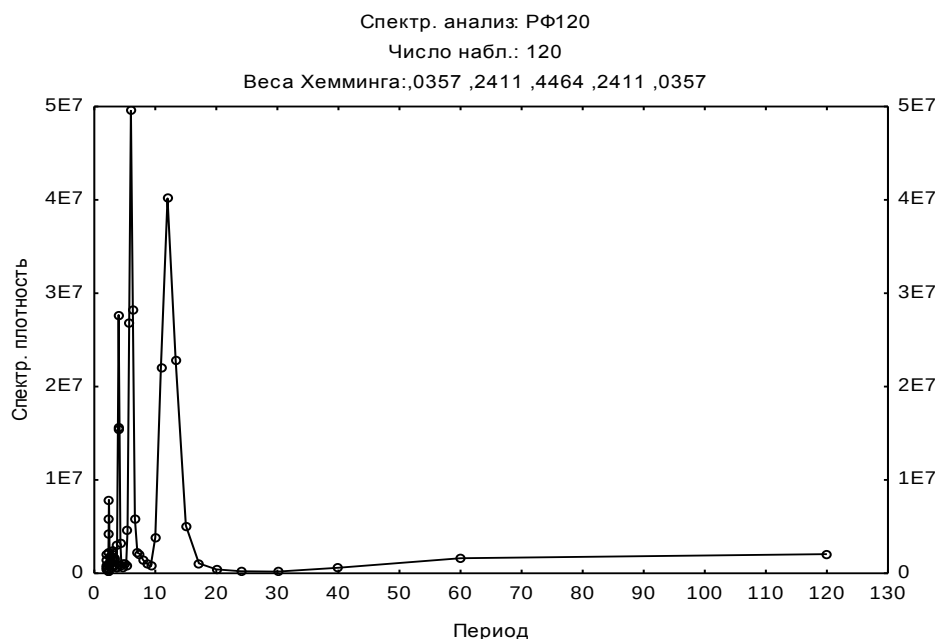


Рис. 4. Спектральный анализ ряда динамики ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации

Рис. 4 свидетельствует о том, что абсолютный максимум спектральной плотности приходится на шестой период (месяц), но наблюдаются и локальные максимумы с периодами 12 и 48 месяцев.

Следующим этапом анализа было проведение сезонной декомпозиции ряда динамики ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации. Ее цель - сделать количественные оценки сезонной, тренд-циклической и стохастической компоненты ряда. Рассчитанная по аддитивной модели сезонная составляющая анализируемого ряда динамики приведена на рис. 5.

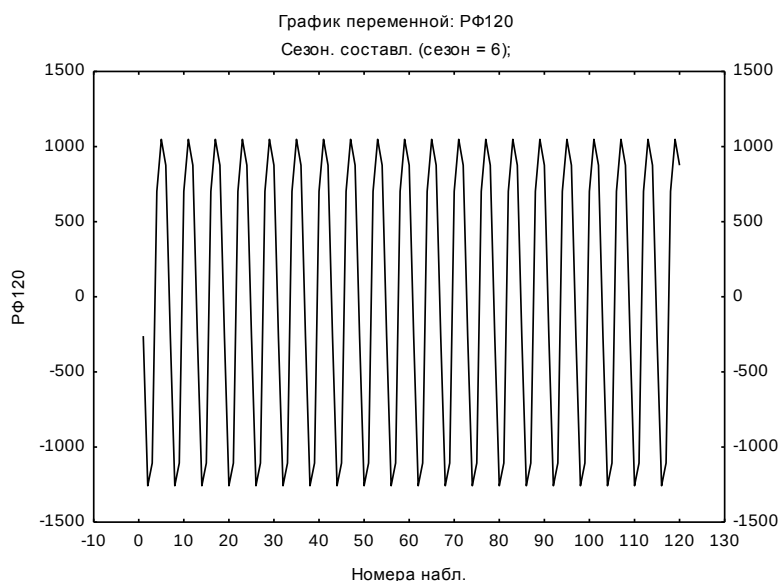


Рис. 5. Сезонная составляющая ряда динамики

Сезонная компонента используется для получения ряда динамики с сезонной поправкой, т.е. для оценки ряда после того, как из него будут удалены сезонные колебания. Результатом сглаживания ряда с помощью сезонной поправки будет его тренд-циклическая компонента, которая показывает тренд и циклическую составляющую ряда.

Стохастическая компонента анализируемого ряда динамики представлена на рис. 6.

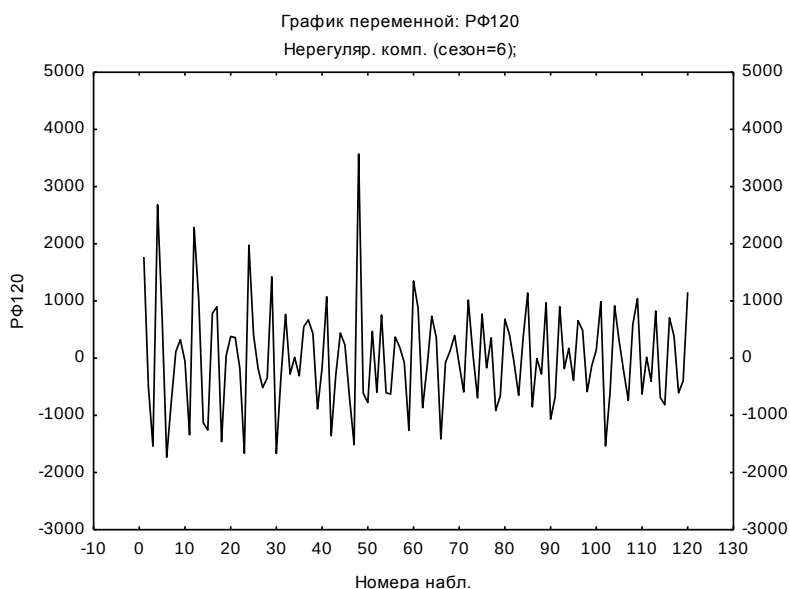


Рис. 6. Стохастическая компонента ряда динамики ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации

Основные параметры вкладов компонентов анализируемого временного ряда в численное значение ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации в таблице.

Таблица. Основные параметры сезонной декомпозиции количества пожаров в Российской Федерации за десятилетие

Параметр	Компонент ряда		
	Тренд-циклический	Сезонный	Стохастический
Минимальная величина, %	0,08	1,50	0,06
Максимальная величина, %	22,79	13,09	18,30
Интервал вариации, %	22,71	11,59	18,24
Математическое ожидание, %	8,12	7,00	5,40

Сезонная декомпозиция показала, что все составляющие ряда динамики вносят в его вариацию вклады одинакового порядка, как по математическому ожиданию, так и по интервалу вариации, и их необходимо учитывать при спецификации математической модели, описывающей динамику ежемесячного количества пожаров в Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев В. Н., Юзбашев М. М.* Анализ временных рядов и прогнозирование. М.: Финансы и статистика, 2001. 228 с.
2. *Петров А. Н., Разводов М.А.* Прогнозирование количества чрезвычайных ситуаций в связи с пожарами в обеспечении пожарной безопасности региона // Сетевое издание электронного журнала «Пожарная и аварийная безопасность» №3. 2020. С. 33-39.
3. *Петров А. Н.* Анализ динамики количества пожаров в Ивановской области // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 17–18 ноября 2020 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. С. 343-348.
4. *Петров А. Н.* Анализ динамики количества пожаров во Владимирской области // Актуальные вопросы естествознания: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 23 марта 2021 года. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. С. 303-309.
5. *Петров А. Н.* Анализ динамики количества пожаров в Ярославской области // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 31 марта 2022 года – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. С. 723-733.
6. *Петров А.Н.* Анализ динамики количества пожаров в Центральном федеральном округе // Пожарная и аварийная безопасность XVII Международная научно-практическая конференция «Пожарная и аварийная безопасность», посвященная 90-й годовщине образования гражданской обороны. 24 ноября 2022 г. С. 146-153.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2010. 135 с.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2013. 137 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2016. 124 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.

УДК 614.84

А. Г. Рожков¹, Ю. В. Маркин²

¹ООО «Лител»

²ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОЖАРНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИИ

Аннотация: в статье раскрываются преимущества современных систем телеметрии, которые со временем должны заменить текущие сигнальные устройства. Такие системы способны значительно повысить уровень безопасности при выполнении задач по спасению людей и тушению пожаров, а также сделать более слаженную работу пожарных.

Ключевые слова: дрегер, МЧС, ЛИТЕЛ, информационные системы, носимая электроника, пожарные телеметрические системы.

A. G. Rozhkov, Yu. V. Markin

INTRODUCTION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES INTO FIRE TELEMETRY SYSTEMS

Abstract: this report reveals the advantages of modern telemetry systems, which over time should replace the current signaling devices. Such systems can significantly increase the level of safety when performing tasks of rescuing people and extinguishing fires, as well as make the work of firefighters more coordinated.

Keywords: drager, fire telemetry systems, information systems, LITEL, Ministry of Emergency Situations, wearable electronics.

С бурным развитием информационных технологий, увеличиваются и сферы их применения. В этом нет ничего удивительного, поскольку всё это делает жизнь человека более комфортной, удобной и максимально безопасной. Сейчас сложно представить жизнь человека без информационных технологий, ведь они вошли в нашу жизнь настолько прочно, что теперь отказаться от них невозможно.

Одна из таких сфер применения – это пожарная охрана, где жизнь гражданских людей, оказавшихся в беде, зависит не только от действий самих гражданских, но и от того, насколько хорошо подготовлен кадровый состав пожарно-спасательных подразделений, который будет участвовать в их спасении.

По мировой и российской статистике более 80 % травм и гибели как граждан, так и личного состава приходится на тушение пожаров в жилых зданиях. При этом, показатель гибели в России, к сожалению, более чем в 3,5 раза выше по сравнению с большинством европейских стран. Система телеметрии может позволить не только видеть, где и в каком состоянии находится каждый из бойцов ГДЗС в отдельный момент времени, но и собирать данные, совершенствовать саму тактику проведения спасательных операций, повышать обоснованность принимаемых решений. Таким

образом, персональный сбор данных от каждого бойца системой телеметрии должен стать незаменимым источником данных для информационных систем (ИС) принятия решений. Собираемые системой телеметрии данные достоверны, актуальны и обладают большим потенциалом по предупреждению травматизма сотрудников МЧС России, сокращают время на принятие решений командным составом при руководстве спасательной операцией. Главным ресурсом, требующим качественного учёта и сбережения, являются кадры МЧС России. Воспитать, обучить, закалить в деле – сложная и дорогая задача в создании квалифицированных профессиональных кадров.

Проведённый анализ статистики травматизма и гибели кадрового состава звеньев ГДЗС за период с 2017 по 2021 гг. позволил сделать несколько выводов:

1) сотрудник ГДЗС при выполнении боевой задачи по спасению пострадавших не всегда имеет возможность правильно оценить риски и угрозы собственному здоровью.

2) в случае возникновения несчастного случая с участником звена ГДЗС вероятность успешного исхода нелинейно обратно пропорциональна времени эвакуации пострадавшего бойца;

3) обеспеченность личного состава персональными системами предупреждения травматизма в настоящее время крайне низкая;

4) современный уровень развития техники и технологий позволяет создать такую персональную систему предупреждения травматизма, которая сократит количество несчастных случаев и время поиска пострадавшего бойца, при этом не отвлекая его от выполнения им основных задач по устранению ЧС.

Статистика собиралась из открытых источников сети Интернет, а также с официального сайта МЧС России.

Сравнение АПК «Система Телеметрии «ЛИТЕЛ-СТ» с сигнальными устройствами Маяк спасателя и Dräger PSS Merlin

Сигнальное устройство - «Маяк спасателя» российской разработки 2011 года обеспечивает:

- передачу сигнала тревоги при неподвижности бойца в течении 45 секунд;
- передачу сигналов «SOS» и «На выход»;
- передачу показаний давления в ДАСВ;
- световую и звуковую сигнализацию пострадавшего.

Сигнальное устройство - Dräger PSS Merlin (Германия), 2015 года выпуска дополнительно обеспечивает:

- радиопоиск пострадавшего бойца;
- беспроводной головной дисплей для визуализации принятых команд;
- контроль показателей окружающей среды;
- дополнительные ретрансляторы для расширения радиуса действия.

АПК «Система Телеметрии «ЛИТЕЛ-СТ» дополнительно к предыдущему обеспечивает:

- непрерывный контроль местоположения бойцов и построение их траектории движения как на открытой местности, так и в закрытых помещениях независимо от наличия ГЛОНАСС/GPS или GSM-связи с передачей данных на пост безопасности (ПБ) и на сервер;

- улучшенный радиопоиск пострадавшего бойца;

- увеличенный радиус связи с автоматическим контролем связи, уведомление о потере связи;
- мониторинг физиологических показателей бойца и моментальное реагирование на инциденты;
- контроль соблюдения техники безопасности (на этапе разведки и далее);
- сбор данных для обоснования риска по вводу дополнительных сил;
- встроенный «чёрный ящик»;
- обмен унифицированными командами управления со звеном ГДЗС, спасательной группой, сбор данных для обоснования принятия руководителем ЧС решений и вводе дополнительных сил по поиску пострадавших спасателей;
- непрерывный сбор и накопление данных и их передача во внешнюю систему онлайн аналитики и принятия решений;
- интеграция с внешними информационными системами (пример: КИСУС г. Москвы);
- интеграция с имеющимися системами ОПС в целях резервного канала позиционирования внутри помещений;
- накопление данных для улучшения нормативной базы, обучения курсантов и бойцов на реальных данных с мест ЧС.

Исходя из всего этого, можно сказать точно – современная (интеллектуальная) система телеметрии имеет перспективу и будет очень полезна для пожарно-спасательных подразделений. Она способна не только помогать спасать жизни, но и накапливать в процессе работы ценную информацию, которая может быть использована во множестве различных исследований, в том числе для совершенствования навыков борьбы с пожарами (рисунок).

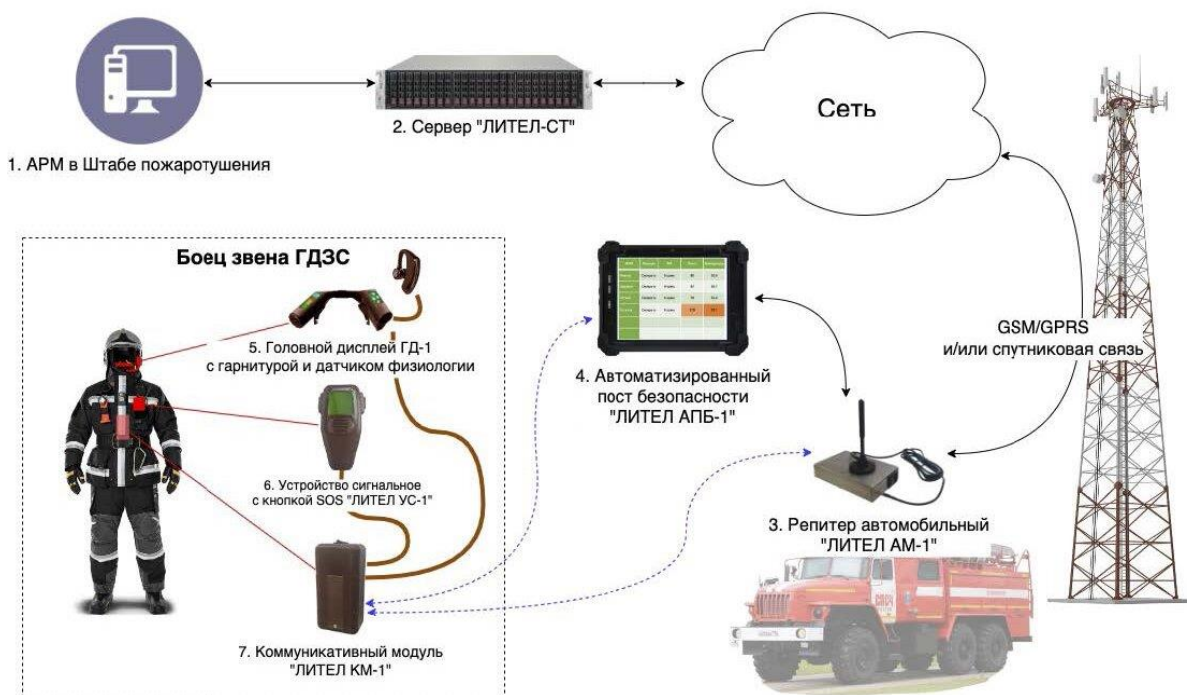


Рисунок. Макет системы телеметрии ЛИТЕЛ-СТ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гринченко Б.Б. Экспериментальное исследование расхода воздуха при использовании спасательных устройств // Современные проблемы гражданской защиты / учредитель ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». - Иваново. -2019-. №3(32), С.33-41. ISSN: 2658-6223, eLIBRARY ID: 40562288.

2. Хабибулин Р.Ш. Автоматизированные системы в процессе прогнозирования, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Фондовая лекция. Москва, 2015. – URL: <https://cyberpedia.su/11x1815.html> (дата обращения 08.03.2023). – Текст: электронный.

УДК: 614.842/.847

А. С. Сапожников

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ИНФОРМАТИКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: статья посвящена вопросу обеспечения пожарной безопасности с использованием информатики и применением искусственного интеллекта. Рассмотрены направления и варианты функционирования системы пожарной безопасности основанной на принципе применения искусственного интеллекта.

Ключевые слова: Информатика, пожарная безопасность, искусственный интеллект, принцип.

A. S. Sapozhnikov

COMPUTER SCIENCE AND FIRE SAFETY

Abstract: the article is devoted to the issue of fire safety with the use of computer science and the use of artificial intelligence. The directions and variants of the functioning of the fire safety system based on the principle of the use of artificial intelligence are considered.

Keywords: computer science, fire safety, artificial intelligence, principle.

Развитие науки и технологий в современном мире позволяют использовать новые достижения в различных областях. Изменяется привычный уклад функционирования систем жизнеобеспечения, систем защиты на селения. Не исключение и сфера обеспечения пожарной безопасности. Новые возможности

заставляют меняться сложившийся уклад деятельности в области пожарной безопасности. Изменяется и совершенствуется пожарная техника, снаряжение и средства защиты. Жизнь предъявляет повышенные требования к качеству деятельности по защите людей и имущества при пожаре. Выстраивает объективно систему пожарной безопасности на новых принципах функционирования. Одним из ведущих принципов здесь выступает принцип применения искусственного интеллекта в системе пожарной безопасности.

В результате имеется противоречие, выражающееся в наличии негативных факторов влияющих на состояние пожарной безопасности и необходимости разработки новых методик по их устранению. Одним из аспектов решения данного противоречия выступает использование принципа технологий искусственного интеллекта в области пожарной безопасности.

Искусственный интеллект – это раздел информатики, включающий разработку методов моделирования и воспроизведения с помощью ЭВМ отдельных функций творческой деятельности человека, решение проблемы представления знаний в ЭВМ и построение баз знаний, создание экспертных систем, разработку интеллектуальных роботов [2].

Информатика – наука о методах и процессах сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и оценки информации с применением компьютерных технологий, обеспечивающих возможность её использования для принятия решений [3].

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [4].

Принцип – основополагающее положение чего-либо; внутреннее убеждение человека, определяющее его отношение к действительности, нормы поведения и деятельности; основная особенность устройства какой – либо системы.

Таким образом, под принципом обеспечения пожарной безопасности на основе искусственного интеллекта понимается особенность устройства и ее функционирования, обеспечивающих защиту от пожаров с использованием искусственного интеллекта и соответствующего программного обеспечения.

Необходимо отметить, что по оценке экспертов в ближайшее время наиболее характерными чрезвычайными ситуациями, угрожающих человечеству, будут выступать чрезвычайные ситуации природного характера. В этих условиях возможно разрушение инфраструктуры и среды проживания людей, а так же возникновение пожаров наивысшей категории сложности. Не последнее место здесь будут занимать и природные пожары. Для успешного выполнения задач по предназначению подразделениями противопожарной защиты необходимо внедрять новую систему пожарной безопасности, на новых принципах, в том числе с использованием искусственного интеллекта.

Направления применения искусственного интеллекта многогранны. Так его можно применять в комплексе со специальной техникой, в сочетании со снаряжением, в виде помощника по обнаружению пожаров на больших территориях, возникающих в результате чрезвычайных ситуаций различного характера или как следствие военных конфликтов и их последствий. Компиляция способов применения искусственного интеллекта образует систему пожарной безопасности, основанную на новом принципе действия, в основе которого лежит технология с применением искусственного интеллекта.

Технический компонент системы применения искусственного интеллекта характеризуется использованием в машинах и роботизированной технике блоков управления дающих возможность распознавать опасные факторы пожара, отличать человека от предмета. Такое использование искусственного интеллекта позволит минимизировать нахождение человека в опасной зоне, исключит возможность травмирования и гибели пожарных. Ставя различные задачи технике через искусственный интеллект, система пожарной безопасности получит возможность находить и распознавать пострадавших на пожарах и эвакуировать их в безопасное место без риска жизнью пожарных. На наиболее опасных участках станет возможным использовать роботизированную специальную технику, которая опираясь на искусственный интеллект, сможет принимать решения по тушению возгораний. На Калининской АЭС удалось испытать инновационный роботизированный комплекс противопожарной защиты с элементами искусственного интеллекта, который не требует человеческого участия. Новейшая разработка позволит существенно снизить риск возникновения пожаров на производствах. Указанный пример показал возможность решения важной задачи тушение пожара без участия людей и в кратчайшие сроки.

В России на основе технологий машинного обучения и анализа больших данных работает мобильное приложение «Термические точки» от МЧС. Оно позволяет отслеживать температурные аномалии и предсказывать очаги возгораний. Приложение предназначено для пожарных и других служб, а также должностных лиц, которые отвечают за безопасность территорий, но планируется, что его смогут использовать и остальные жители России. Оно интегрировано в информационную систему «Атлас опасностей и рисков», в которой содержатся данные о различных опасностях и угрозах на территории страны, включая лесные пожары, наводнения, эпидемии и другие.

Снаряжение и инструмент, применяемый при ликвидации очагов пожара, являются следующим компонентом системы применения искусственного интеллекта. Возможности развития технологического процесса позволяют создавать новейшие образцы дающие возможность качественно и комфортно бороться с пожарами и обеспечивают надежную пожарную безопасность. Жизненные ситуации и обстановка показывает эффективность применения беспилотных летательных аппаратов. Применяя такой инструмент в совокупности с искусственным интеллектом, получаем незаменимого помощника в сфере обеспечения пожарной безопасности. Такой беспилотный летательный аппарат сможет сам анализировать обстановку по пожарам, особенно на больших территориях, определять расстояние до очага возгорания, передавать координаты на пульта дежурных пожарных подразделений. Итогом его работы как оценочный критерий является оперативность, достоверность, возможность видео фиксации. В США разработали инструмент под названием Suppression Difficulty Index (от английского — «Индекс сложности тушения»). Он представляет собой интерактивную карту, на которой отображаются участки с повышенным и пониженным риском возгораний. Первые отмечены красным и оранжевым цветом, а вторые — синим. Для оценки сложности и объема работ, которые предстоит проделать в случае возгорания, используются такие данные, как типы растительного покрова, характеристики объектов на земной поверхности, ожидаемое поведение пожара во время сложных погодных условий и другие.

Инновационным снаряжением, для пожарных помогающим выдерживать скелету человека более сильные нагрузки, выступает «экзо скелет». В условиях

применения «экзо скелета для МЧС» нагрузка на человека может быть больше от 50 % и выше. Пожарный без особого труда может быстро подниматься по лестничным клеткам, на высокие этажи зданий не испытывая усталости. Перемещает груз тяжестью, который в обычных условиях перенести невозможно. Появляется возможность эвакуировать пострадавших гораздо тяжелее спасателя.

Заметим, что используя искусственный интеллект в обеспечении пожарной безопасности имеется возможность контролировать ситуацию предотвращая пожары или следить за обстановкой и корректировать ее в реальном времени здесь и сейчас. Точность обнаружения пожаров может составлять до 92 %.

Для работы искусственного интеллекта с оборудованием, техникой необходимо создание различного программного обеспечения. Оно позволит связать систему работы инструмента с искусственным интеллектом способным принимать решения. На современном этапе интерес вызывает технология нейронных сетей, одно из направлений развития искусственного интеллекта, которая является основой функционирования современных беспилотных автомобилей, систем автоматического распознавания голоса и перевода, систем идентификации личности, систем прогнозирования, систем фильтрации и многих других [1].

Таким образом компенсировать несовершенство человеческих возможностей в обеспечении пожарной безопасности предоставляется искусственному интеллекту. Однако исключить деятельность человека в области обеспечения пожарной безопасности нельзя. Искусственный интеллект способен оперативно принимать решения, быстро и точно реагировать на обстановку, осуществлять контроль большого количества параметров одновременно и не колеблется в принятии решения, но все это под контролем человека. От человека же требуются определенные затраты на создание системы и программного обеспечения связанного с внедрением искусственного интеллекта в сферу обеспечения пожарной безопасности. Все выше сказанное способствует созданию системы пожарной безопасности на новых принципах функционирования, а искусственный интеллект становится новой составляющей ее обеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреев А.В., Доронин А.С.* Перспективы использования нейронных сетей для повышения надежности систем пожарной сигнализации // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. 2021. Т. 10. № 2. С. 178–182. – Текст: непосредственный.
2. *Алиев Ф.М.* Искусственный интеллект // Материалы XIV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2022/article/2018029155>><https://scienceforum.ru/2022/article/2018029155> (дата обращения: 03.03.2023).
3. Большой энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Большая Российская энциклопедия ; Санкт-Петербург : Норинт, 1997, 1999, 2001, 2004. С 234.
4. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ / Российская Федерация. Законы. – Текст : непосредственный.

УДК 004.9

С. В. Смекалкин, С. В. Таволжанский

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация: современный мир характеризуется стремительным развитием информационных компьютерных технологий во всех областях жизни, неотъемлемой и важнейшей частью этих процессов является информатизация системы образования. Современные технологии и телекоммуникации позволяют изменить характер организации учебно-воспитательного процесса, полностью погрузить обучаемого в информационно-образовательную среду, повысить качество образования и мотивировать процессы восприятия информации и получения новых знаний.

Ключевые слова: современные информационные технологии, компьютеризация образования, обучающая программа, дистанционное обучение.

S. V. Smekalin, S. V. Tavolzhansky

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE EDUCATION SYSTEM

Abstract: the modern world is characterized by the rapid development of information computer technologies in all areas of life, an integral and most important part of these processes is the informatization of the education system. Modern technologies and telecommunications make it possible to change the nature of the organization of the educational process, fully immerse the student in the information and educational environment, improve the quality of education and motivate the processes of perception of information and obtaining new knowledge.

Keywords: modern information technologies, computerization of education, training program, distance learning.

В Российской Федерации активно идет процесс реорганизации и совершенствования системы образования. Он ориентирован на вхождение в глобальное информационно-образовательное пространство и сопровождается значительными изменениями в теории и практике организации учебного процесса. Это связано с внесением существенных корректив в содержание технологий обучения, которые должны учитывать современные технологические возможности и способствовать гармоничному вхождению обучающихся в информационное общество. Широкое применение компьютерных технологий в образовании вызвало большой интерес в отечественной педагогике.

Одним из приоритетных направлений процесса информатизации современного общества является информатизация системы образования, которая направлена на обеспечение образования научной методологией и практикой разработки и оптимального использования новых информационных технологий, ориентированных на реализацию психолого-педагогических целей обучения и воспитания современного человека.

Сегодня все дети умеют пользоваться компьютерами, планшетами и гаджетами. Однако многие дети знакомы с компьютерными играми и используют компьютерные технологии в основном для развлечения. С другой стороны, учебная мотивация использования компьютеров занимает лишь около 20-го места. Компьютеры не достаточно используются для решения познавательных и учебных задач. Компьютерные технологии еще не получили широкого распространения в школах, где учебный процесс не налажен в полной мере. В основном преподавание с использованием компьютеров ведется учителями информатики, которые в силу своей специальной подготовки используют компьютерные технологии для преподавания информатики, а неконкретных предметов.

Современные информационные технологии

Под информационной технологией понимается процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения полной информации о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта).

Термин «информационные технологии» часто выступает синонимом термина «компьютерные технологии», так как все информационные технологии в настоящее время так или иначе связаны с применением компьютера. Однако, термин «информационные технологии» намного шире и включает в себя «компьютерные технологии» в качестве составляющей. При этом, информационные технологии, основанные на использовании современных компьютерных и сетевых средств, образуют термин «Современные информационные технологии» (далее - СИТ).

Компьютерные технологии получили широкое распространение во всем мире с момента появления компьютеров в середине 80-х годов и внедрения стандартных программных продуктов различного назначения. Сегодня процесс повсеместного внедрения систем автоматизированного управления происходит во всем мире в различных сферах и отраслях, включая образовательные системы. Кроме того, переход на микропроцессорные системы сопровождается значительными изменениями в техническом оснащении бытового, культурного и образовательного назначения. В настоящее время широко развита «сетевая технология», широко используются глобальные и локальные компьютерные сети на базе Интернета.

Под средствами современных информационных технологий понимают программные, программно-аппаратные и технические средства, а так же устройства, функционирующие на базе микропроцессорной, вычислительной техники, а также современных средств и систем транслирования информации, информационного обмена, обеспечивающие операции по сбору, продуцированию, накоплению, хранению, обработке, передаче информации и возможность доступа к информационным ресурсам компьютерных сетей. К современным средствам информационных и коммуникационных технологий относятся все виды ЭВМ, комплекты терминального оборудования для компьютерных классов, локальные вычислительные сети, устройства ввода-вывода информации, средства ввода и манипулирования текстовой и графической информацией, средства архивного хранения больших объемов информации. К СИТ можно отнести:

✓ устройства для преобразования данных из графической или звуковой формы представления данных в цифровую и обратно;

- ✓ средства и устройства манипулирования аудиовизуальной информацией (на базе технологий Мультимедиа и «Виртуальная реальность»);
- ✓ системы искусственного интеллекта; системы машинной графики, программные комплексы (языки программирования, трансляторы, компиляторы, операционные системы, пакеты прикладных программ),
- ✓ а также современные средства связи, обеспечивающие информационное взаимодействие пользователей как на локальном уровне (например, в рамках одной организации или нескольких организаций), так и глобальном (в рамках всемирной информационной среды).

Для успешного управления образованием крайне необходимы современные информационные технологии, для чего требуется:

- создать технологические условия, аппаратные и программные средства, телекоммуникационные системы, обеспечивающие нормальное функционирование сферы образования;
- обеспечить технологическую базу для организации образовательного процесса с использованием современных информационных технологий и ресурсов;
- обеспечить первоочередное развитие опережающего производства информации и знаний;
- подготовить квалифицированные кадры;
- реализовать комплексное внедрение информационных технологий в сферу образования, науки и культуры, а также транспорта, энергетики, производства и управления.

Для успешного вхождения нашей страны в мировую образовательную систему в рамках всемирной информационной среды с применением современных информационных технологий необходимо подготовить информационно-образовательную среду, направленную на:

- совершенствование базовой подготовки учащихся школ и студентов высших и средних учебных заведений, слушателей учреждений дополнительного профессионального образования по информатике и современным информационным технологиям;
- переподготовку преподавателей в области современных информационных технологий;
- информатизацию процесса обучения и воспитания;
- оснащение системы образования техническими средствами информатизации;
- создание современной национальной информационной среды и интеграция в нее учреждений образования;
- создание систем дистанционного обучения различных категорий обучаемых на базе образовательных организаций с использованием современных информационных технологий;
- участие победителей олимпиад и конкурсов в международных программах, связанных с внедрением современных информационных технологий в образовании.

Компьютеризация школьного, высшего и дополнительного образования

Компьютеризация школьного, высшего и дополнительного образования относится к числу крупномасштабных инноваций, пришедших в российскую систему образования в последнее десятилетие.

Рассмотрим основные направления развития и внедрения компьютерной техники в современный образовательный процесс:

- использование компьютерной техники в качестве средства обучения, совершенствующего процесс преподавания и познания, повышающего его качество и эффективность;
- использование компьютерных технологий в качестве инструментов обучения в системе школьного, высшего и дополнительного образования;
- изучение компьютера и информационных технологий всеми категориями обучаемых;
- использование новых информационных технологий в качестве средства творческого развития обучаемого;
- использование компьютерной техники в качестве средств автоматизации процессов контроля, коррекции, тестирования и психодиагностики, углубленного изучения иностранных языков;
- организация коммуникаций на основе использования средств информационных технологий с целью передачи и приобретения педагогического опыта, методической и учебной литературы;
- использование средств современных информационных технологий для организации интеллектуального досуга;
- совершенствование системы управления учебным заведением и учебным процессом на основе использования системы современных информационных технологий.

Возможности современной вычислительной техники в значительной степени адекватны организационно-педагогическим и методическим потребностям современного образования:

- ✓ вычислительные - быстрое и точное преобразование любых видов информации (числовой, текстовой, графической, звуковой и др.);
- ✓ графические - представление результатов своей работы в четкой наглядной форме (текстовой, звуковой, в виде рисунков и пр.);
- ✓ моделирующие - построение информационных моделей (в том числе и динамических) реальных объектов и явлений;
- ✓ комбинаторные - возможность запоминать, сохранять, структурировать, сортировать большие объемы информации, быстро находить необходимую информацию.

Перечисленные возможности компьютера могут способствовать не только обеспечению первоначального становления личности ребенка, школьника, но и выявлению и развитию у него способностей, формированию умений и желания учиться, созданию условий для усвоения знаний и умений.

На занятиях, когда основное обучающее воздействие и управление передается компьютеру, педагог получает возможность наблюдать, фиксировать проявление таких качеств у обучаемых, как осознание цели поиска, активное воспроизведение ранее изученных знаний, интерес к пополнению недостающих знаний из готовых источников и самостоятельный поиск информации. Это позволяет развивать творческое отношение учащихся к процессу познания и обучению.

Проверка учебной деятельности с использованием учебных заданий или компьютерных обучающих программ должна присутствовать на каждом занятии, обеспечивая процесс обучения с самоконтролем учебно-познавательной деятельности. Обучаемые должны научиться анализировать причины своих ошибок. Проникновение современных информационных технологий в сферу образования

позволяет педагогам качественно изменить содержание, методы и формы организации обучения. Целью внедрения этих технологий в образовательную сферу является усиление интеллектуальных способностей учащихся в условиях информационного общества, индивидуализация и усиление процесса обучения, повышение качества образования на всех уровнях образовательной системы. Основные педагогические цели использования современных информационных технологий в системе образования сформулировала основатель научной школы «Информатизация образования» И.В. Роберт:

1) Интенсификация всех уровней учебно-воспитательного процесса за счет применения средств современных информационных технологий:

- повышение эффективности и качества процесса обучения;
- повышение активности познавательной деятельности;
- углубление межпредметных связей;
- увеличение объема и оптимизация поиска нужной информации.

2) Развитие личности обучаемого, подготовка индивида к комфортной жизни в условиях информационного общества:

- развитие различных видов мышления;
- развитие коммуникативных способностей;
- формирование умений принимать оптимальное решение или предлагать варианты решения в сложной ситуации;
- эстетическое воспитание за счет использования компьютерной графики, технологии мультимедиа;
- формирование информационной культуры, умений осуществлять обработку информации;
- развитие умений моделировать задачу или ситуацию;
- формирование умений осуществлять экспериментально–исследовательскую деятельность.

3) Работа на выполнение социального заказа общества:

- подготовка информационно грамотной личности;
- подготовка пользователя компьютерными средствами;
- осуществление профессиональной ориентационной в области информатики.

Многие педагоги активно используют данные рекомендации для повышения эффективности и качества процесса обучения, формируют информационную культуру в своей методической системе.

Процесс компьютеризации и информатизации школьного, высшего и дополнительного образования не может произойти мгновенно, согласно какой-либо реформе, он является постепенным, непрерывным и требует значительных финансовых вложений. В концепции информатизации образования в Российской Федерации можно выделить несколько этапов:

Первый, характеризуется следующими признаками:

- начало массового внедрения средств новых информационных технологий и в первую очередь компьютеров;
- исследовательская работа по педагогическому освоению средств компьютерной техники и происходит поиск путей ее применения для интенсификации процесса обучения;
- общество идет по пути осознания сути и необходимости процессов информатизации;

- происходит базовая подготовка в области информатики на всех ступенях образования.

Второй, характеризуется следующими признаками:

- активное освоение и фрагментарное внедрение информационных технологий в традиционные учебные дисциплины;
- освоение педагогами новых методов и организационных форм работы с использованием компьютерной техники;
- активная разработка и начало освоения педагогами учебно-методического обеспечения;
- пересмотр содержания, традиционных форм и методов учебно-воспитательной работы.

Третий, характеризуется следующими признаками:

- широкое использование средств современных информационных технологий в обучении;
- перестройка процесса школьного, высшего и дополнительного образования на основе его информатизации;
- смена методической основы обучения и освоение каждым педагогом широкого круга методов и организационных форм обучения, поддерживаемых соответствующими средствами современных информационных технологий.

Переход к следующему этапу практической информатизации современной компьютерной технологии связан с созданием компьютерных программ по содержанию учебных планов отдельных предметов. Эти программы должны отражать действующий учебный план и быть своевременно увязаны с учебными планами школ, вузов и профессиональных учебных заведений. По этому одной из основных научно-методических проблем является разработка методологии проектирования современных образовательных (информационных) технологий применительно к различным областям образования. Компьютерные учебные программы являются эффективным средством обучения. Наиболее часто их называют: программные средства учебного назначения, контролирующие и обучающие программы. Наиболее широко в настоящее время получило распространение понятие «программное средство учебного назначения».

Программные средства учебного назначения (ПСУН) на современном этапе включают в себя:

- электронные (компьютеризированные) учебники;
- электронные лекции;
- контролирующие компьютерные программы;
- справочники и базы данных учебного назначения; сборники задач и генераторы примеров (ситуаций);
- предметно-ориентированные среды;
- учебно-методические комплексы; программно-методические комплексы;
- компьютерные иллюстрации для поддержки различных видов занятий.

Программные средства учебного назначения применительно к традиционному учебному процессу позволяют:

- индивидуализировать и дифференцировать процесс обучения;
- осуществлять контроль с диагностикой ошибок и с обратной связью;

- осуществлять самоконтроль и коррекцию учебной деятельности;
- высвободить учебное время за счет выполнения компьютером трудоемких рутинных вычислительных работ;
- визуализировать учебную информацию;
- моделировать и имитировать изучаемые процессы или явления;
- проводить лабораторные работы в условиях имитации на компьютере реального опыта или эксперимента;
- формировать умение принимать оптимальное решение в различных ситуациях;
- развивать наглядно-образный вид мышления у обучаемых.

Рассмотрим программные средства учебного назначения, которые наиболее широко используются сегодня в системе современного образования. Это - глобальная компьютерная сеть Интернет, обучающие программы, электронные учебники и дистанционное обучение.

Интернет, глобальная компьютерная сеть, предоставил человечеству неограниченные возможности для общения. Мультимедийные технологии предлагают не ограниченные возможности для сбора, обработки и передачи огромного количества данных в любой точке мира. Сегодня компьютеры являются одним из основных средств межличностного общения не только для взрослых, но и для детей.

Современные Internet-технологии имеют возможность использовать уникальные экспериментальные ресурсы, расположенные порой на другом конце земного шара: вести наблюдения звездного неба на настоящем телескопе или управлять реактором атомной станции, воспользоваться для перевода учебного текста онлайн-словарем, проводить эксперименты и операции на оборудовании, расположенном в соседнем здании или другом городе.

Для развития творческого потенциала обучаемых появилась возможность публикации в Internetе лучших дипломов и курсовых работ, сочинений, гипертекстовых рефератов, что дает возможность обучаемым проводить мини-исследования, а преподавателю формировать банк материалов по изучаемому курсу и вести электронный дневник. Для успешной реализации данных проектов от обучаемых и преподавателей требуется владение компьютерной грамотностью, которая предполагает:

- уметь вводить и редактировать информацию (текстовую и графическую), использовать компьютерные коммуникационные технологии, обрабатывать количественные данные с помощью программ электронных таблиц, использовать базы данных и выводить информацию с помощью принтера;
- владение коммуникативными навыками при общении с программными продуктами;
- способность самостоятельно интегрировать предыдущие знания из разных предметов для решения познавательных задач, включенных в коммуникационный проект;
- в случае международного проекта - практическое владение языком партнера;
- умение войти в сеть (электронную почту);
- умение составить и отправить по сети письмо;
- умение «перекачать» информацию из сети на жесткий и наоборот, с жесткого диска в сеть;
- структурировать полученные письма в специальной директории;

- работать в различных системах, пользуясь редакторами разной модификации;
- входить в электронные конференции, размещать там собственную информацию, читать и «перекачивать» имеющуюся там информацию.

Преимущества Internet–технологий в образовании несоизмеримы, хотя имеются и существенные недостатки. Если в бумажную эру наиболее распространенным способом обойти контроль педагога было списывание домашнего задания у соседа по парте или обмен курсовыми работами в масштабах одного вуза, то сейчас обмен рефератами и подобным материалом поставлен на поток (зачастую за деньги). Найти и купить реферат на интересующую тему в Internete или сегодня не составляет особого труда. Это снижает стремление к новым знаниям у определенной части обучаемых, ограничивает их творческий потенциал и умственные способности.

Однако, кроме издержек, Internet имеет многочисленные преимущества. На базе сетевых технологий возник совершенно новый вид учебных материалов: Internet-учебник, который стал не просто пособием на один учебный курс, а постоянно развивающейся обучающей и справочной средой. Область применения Internet-учебников велика: обычное и дистанционное обучение, самостоятельная работа.

Обилие программных средств учебного назначения позволяет преподавателю достаточно легко готовить учебные материалы, не изучая дополнительно сложных языков программирования и не прибегая к помощи сторонних разработчиков.

Обучающая программа (ОП) - это специфическое учебное пособие, предназначенное для самостоятельной работы, которое способствует максимальной активизации обучаемых, индивидуализируя их работу и предоставляя им возможность самим управлять своей познавательной деятельностью. Обучающая программа является частью всей системы обучения, а следовательно, должна быть увязана со всем учебным материалом, выполняя свои специфические функции и отвечая вытекающим из этого требованиям.

Программы называются обучающими, потому что принцип их составления носит обучающий характер (с пояснениями, правилами, образцами выполнения заданий, различного рода ссылками).

Обучающая программа должна быть составлена с учетом основных принципов программного обучения:

- наличие цели, учебной работы и алгоритма достижения этой цели;
- расчлененность учебной работы на шаги, связанные с соответствующими дозами информации, которые обеспечивают осуществление шага;
- завершение каждого шага самопроверкой (тестированием) и возможным корректирующим воздействием;
- использование автоматического устройства;
- индивидуализация обучения в достаточных и доступных пределах.

Часто учебные программы используются для самостоятельного изучения предметов. К наиболее популярным таким материалам относятся различные курсы иностранных языков, «Физика на компьютере» и программы дистанционного обучения дополнительных специализированных учебных заведений. К специальным учебным материалам относятся мультимедийные энциклопедии, такие как «Энциклопедия». Они не являются чисто учебными пособиями, но очень полезны в качестве справочного материала и для расширения кругозора. На современном этапе развития общества обучающиеся программы создаются для:

- программирования на языках высокого уровня (в том числе для сетевых вариантов);
- инструментальных систем, которые позволяют изготавливать программные средства учебного назначения преподавателю, незнакомому с программированием.
- использования готовых обучающих программ по курсам, дисциплинам, разделам, которые собраны в системе среднего и высшего образования;
- по заказу государственных или коммерческих организаций.

Выбор обучающих программ зависит от материально-технической базы образовательного учреждения, финансовых возможностей, уровня компьютерной подготовки преподавательского состава, его творческих возможностей и желания.

Электронный учебник-это автоматизированная система обучения, включающая дидактические, методические и справочные материалы по дисциплине, а также программное обеспечение для комплексного использования этих материалов для самостоятельного обучения и управления знаниями.

Электронные учебники изначально были разработаны для организации дистанционного образования. Однако, со временем, благодаря своим возможностям обучения они переросли эту сферу применения. Электронный учебник теперь может использоваться совершенно самостоятельно и автономно как в целях самообразования, так и в качестве методического обеспечения какого либо курса, точно так же, как и обычный бумажный учебник.

Что бы электронные учебники были популярны, они должны быть универсальными, иметь богатое содержание, большой объем информации, прекрасное написание и оформление, атак же одинаково подходить как для самостоятельного изучения, так и для стационарного обучения. Несмотря на большее удобство бумажных учебников по сравнению с электронными, в последнее время электронные учебники стали очень популярны благодаря своей функциональности. Не оспоримым преимуществом электронных учебников является возможность быстрого поиска текстов. Их можно свободно дублировать, а пользователи могут получать доступ к ним привычным для них способом-через браузер.

Это вносит существенные преимущества по сравнению с бумажным учебником, а именно:

- сокращается путь от автора учебника к обучаемому;
- появляется возможность оперативно обновлять содержание учебника;
- решается проблема идентичности, то есть почти на всех аппаратных платформах материал будет выглядеть практически одинаково (отличия, конечно же, будут, но их влияние на работу обучаемого можно свести к минимуму);
- появляется возможность включения в учебник любого дополнительного материала.

При создании электронных учебников нецелесообразно просто переносить типографский вариант учебного пособия в электронный вид и затем конвертировать в гипертекст. Такой учебник будет неудобен для обучающегося, так как читать с монитора не так удобно, как книгу.

Поэтому, при создании электронных учебников целесообразна следующая последовательность действий:

- главы целесообразно сделать более короткими, чтобы их было проще читать на экране;
- разделение материала на несколько контекстов (обязательный для прочтения, дополнительный, вспомогательный, определения) и визуально их выделить;

- содержание учебного материала, в соответствии с требованиями психологов, рекомендуется разбивать на модули;
- освоение учебного материала, соответствующее конкретному модулю, должно быть ориентировано не более чем на два часа контактного времени;
- после изучения очередного модуля, приобретенные знания следует контролировать с помощью соответствующей программы, включенной в состав электронного учебника;
- сжатость и краткость изложения материала при максимальной информативности текста.

Сокращения, используемые в тексте, должны быть общепринятыми и сведены к минимуму. Тщательно структурированная информация без беспорядка. Используйте лаконичные и «краткие» заголовки, маркированные пункты и нумерованные списки, чтобы сделать весь текст легким для понимания. Каждому пункту в тексте должен быть отведен свой абзац, причем основная мысль должна находиться вначале абзаца. Использование табличного формата изложения – эффективный способ представить материал в компактной форме и четко показать связи между различными понятиями.

По мере перехода от типографских учебников к электронным учебникам, растет оперативность подготовки учебного материала, экономятся бумага и типографская краска, сокращается время подготовки учебных пособий, увеличивается простота доступа обучаемых к электронному ресурсу.

Большие перспективы сулит не сам электронный учебник, а объединение учебников с программами, контролирующими знания обучающегося, дополненное общением между ним и преподавателем в реальном времени. В этом плане Internet предоставляет богатейшие возможности: от ставшей уже традиционной электронной почты до проведения видеоконференций и Web-семинаров. На этой основе в настоящее время организуются дистанционное образование.

Система дистанционного образования (СДО) начала внедряться в нашей стране с началом XXI века, считается экономически эффективной. СДО гибкая, адаптивная, модульная технология обучения, которая ориентирована на использование современных информационных и коммуникационных технологий. Она не заменяет, а дополняет очную и заочную формы обучения.

Система дистанционного открытого образования призвана обеспечить равную возможность получения образования для всех категорий граждан без исключения. Эта возможность ценна для лиц, которые физически не могут добраться до места учебы. К этой категории можно отнести лиц, имеющих ограничения передвижения по состоянию здоровья; занимающихся уходом за ребенком или больным; работающих по вахтовому методу; а также получающих параллельно второе образование. Свобода в выборе времени и места обучения привлекает огромное количество людей, образовательные потребности которых не могут быть удовлетворены в следствии невозможности прерывания основной деятельности.

Идея непрерывного образования предполагает развитие и совершенствование каждого человека на протяжении всей жизни. Открытое образование реализует идею опережающего образования, что является требованием времени. По утверждению специалистов, технологические знания стареют каждые 2–3 года. Из этого следует, что при сохранении сегодняшних образовательных технологий, к концу обучения в вузе знания выпускника будут частично устаревшими. Как следствие – возникает

необходимость повышения квалификации в учреждениях дополнительного профессионального образования, путем прохождения дистанционного обучения.

Открытое образование предполагает свободный выбор абитуриентом образовательного учреждения и бесконкурсное поступление в него. Вузы, реализующие программу открытого образования, в том числе иностранные, выходят на российский рынок образовательных услуг и становятся прямыми конкурентами отечественному образованию. Сегодняшний абитуриент, не выходя из дома, может поступить и успешно обучаться в ведущем иностранном вузе.

Система открытого образования обеспечивает общенациональный доступ к образовательным ресурсам путем широкого использования информационных образовательных технологий дистанционного обучения и на этой основе предоставляющая условия для наиболее полной реализации гражданами своих прав на образование, по структуре и качеству соответствующее потребностям развития экономики и гражданского общества (из приказа Министерства образования РФ № 2925 от 12.10.2000 г. Глобальная международная программа «Открытая образовательная система XXI века»).

Дистанционное обучение на основе современных компьютерных технологий становится все более популярным. Известно, что уже в обозримом будущем около 50 % обучаемых будут обучаться дистанционно, причем не только в системе дополнительного профессионального образования, но и в других учебных заведениях и организациях.

Вывод

Широкое использование современных компьютерных технологий в системе образования способствует повышению качества учебного процесса. Дистанционное обучение играет важную роль в Российской системе образования, особенно для обучения людей, живущих вдали от центров науки, культуры и образования.

Главная задача современных информационных технологий в системе образования-сделать компьютерные технологии доступными для всех желающих повысить свой образовательный уровень, независимо от места проживания и экономического положения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гриншкун В.В., Григорьев С.Г.* Образовательные электронные издания и ресурсы. // Учебно-методическое пособие для студентов педагогических вузов и слушателей системы повышения квалификации работников образования. / Курск: КГУ, Москва: МГПУ - 2006, 98 с.
2. *Зайцева С. А., Иванов В. В.* «Информационные технологии в образовании».
3. *Роберт И.В.* Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). ИИО РАО. М.: - 2007.
4. *Телегин А.А.* Совершенствование методической системы обучения учителей разработке образовательных электронных ресурсов по информатике. // Диссертация канд. пед. наук. / М. - 2006. 172 с.

УДК: 614.84

О. В. Стрельцов, Е. Ю. Удавцова, Е. В. Бобринев, А. А. Кондашов, Т. А. Шавырина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ КУРСАНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ГПС МЧС РОССИИ

Аннотация: разработана компьютерная программа для автоматизации процесса прогнозирования профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России. Используется методика оценки структуры интеллекта Амтхауэра, методика диагностики мотивационной структуры личности Мильмана, многоуровневый личностный опросник «Адаптивность», тест-опросник темперамента Стреляу.

Ключевые слова: профессиональная готовность, курсант, высшее учебное заведение, дискриминантная функция, база данных, интегрированная среда программирования.

S. V. Streltsov, E. Yu. Udavtsova, E. V. Bobrinev, A. A. Kondashov, T. A. Shavyrina

DEVELOPMENT OF A PROGRAM FOR PREDICTING THE PROFESSIONAL READINESS OF CADETS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF THE STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA

Abstract: a computer program has been developed to automate the process of predicting the professional readiness of cadets of higher educational institutions of the State Fire Service of EMERCOM of Russia. Amthauer's method of assessing the structure of intelligence, Milman's method of diagnosing the motivational structure of personality, the multilevel personality questionnaire "Adaptability", the Strelau temperament test questionnaire are used.

Keywords: professional readiness, cadet, higher education institution, discriminant function, database, integrated programming environment.

В работе [6] представлена прогностическая модель успешности профессиональной деятельности курсантов образовательных учреждений высшего образования ГПС МЧС России. Традиционная система оценивания академических знаний не в полной мере обеспечивает объективную оценку профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России, из-за чего обладает недостаточной прогностической ценностью. Это приводит к ситуации, при которой невозможно определить степень успешности будущей профессиональной деятельности выпускников [2]. Разработанная модель учитывает не только уровень академической успеваемости курсантов, но и умение применять полученные знания в практической деятельности, умение адаптироваться к сложным условиям, психологические и личностные качества.

На основе прогностической модели, представленной в [6] была разработана компьютерная программа, позволяющая автоматизировать процесс прогнозирования

успешности профессиональной деятельности курсантов образовательных учреждений высшего образования ГПС МЧС России.

Для разработки программы прогнозирования профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России (в дальнейшем – программа «Готовность курсантов») был выбран язык программирования C++.

При разработке программного обеспечения использовалась интегрированная среда программирования (IDE) C++ Builder компании Borland Software [1]. Работа с базой данных реализована с использованием Borland Data Engine (BDE).

Блок-схема программы «Готовность курсантов» представлена на рис. 1.

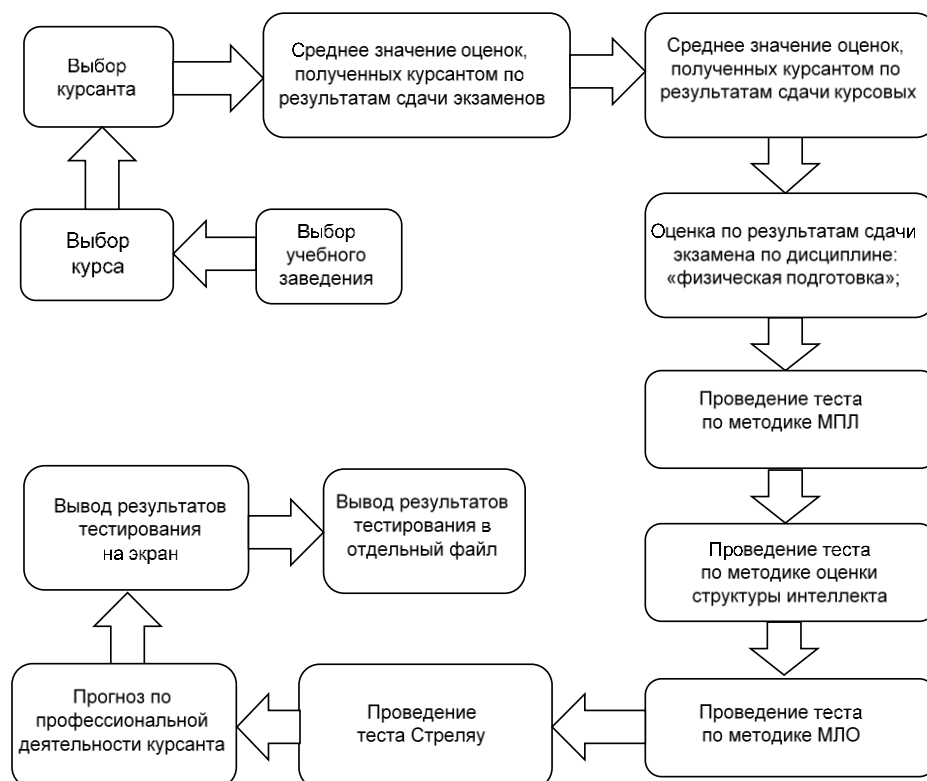


Рис. 1. Блок-схема программы «Готовность курсантов»

При запуске программы открывается заставка, на которой отображается название программы. Через несколько секунд заставка закрывается и открывается главное окно программы (рис. 2).

В главном окне можно выбрать высшее учебное заведение, уже занесенное в базу данных программы или добавить новый вуз. Из списка курсантов выбранного вуза можно выбрать курсанта, занесенного в базу данных программы, или добавить нового, указав курс, на котором он обучается.

При нажатии кнопки «Провести тест» последовательно открываются окна, в которых указываются показатели академической успеваемости курсанта, а также проводится тестирование по нескольким методикам:

- окно 1: среднее значение всех оценок, полученных курсантом по результатам сдачи экзаменов, за весь период обучения (за исключением оценки по дисциплине: «физическая культура»);

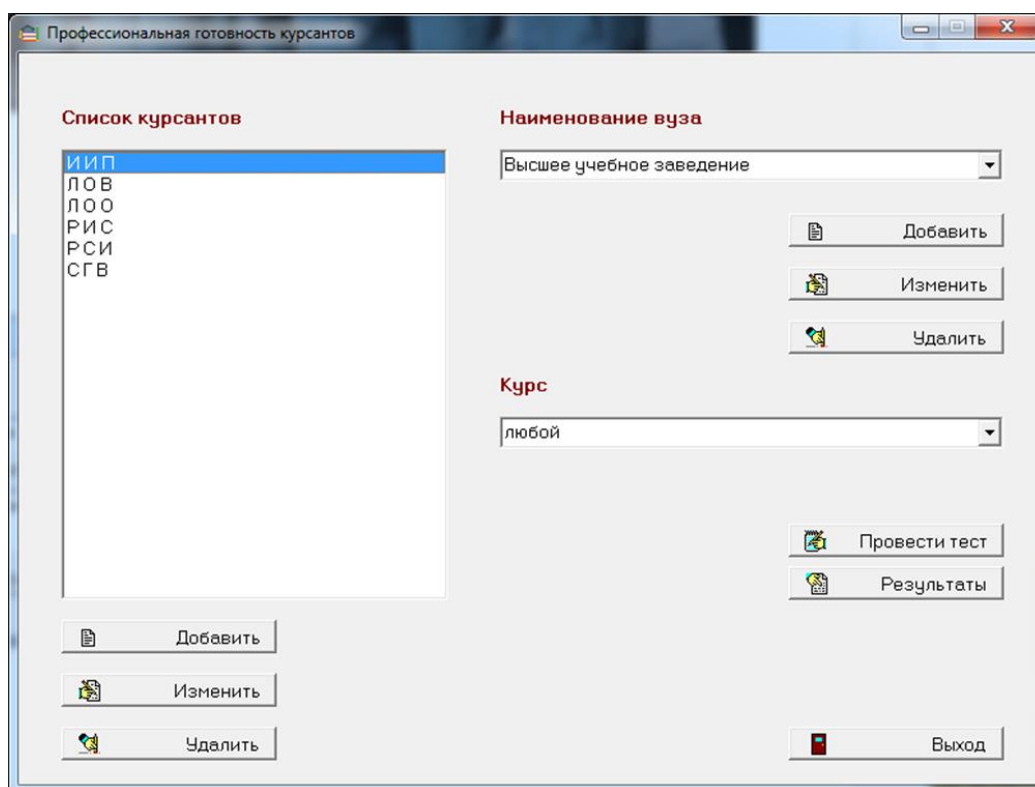


Рис. 2. Главное окно программы «Готовность курсантов»

- окно 2: организация обучения и проведение инструктажей по охране труда;
- окно 3: оценка по результатам сдачи экзамена по дисциплине: «физическая культура (подготовка)»;
- окно 4: методика диагностики мотивационной структуры личности В.Э. Мильмана (МПЛ) [4] - последовательно выводятся 14 утверждений, касающиеся жизненных стремлений и некоторых сторон образа жизни курсанта с вариантами ответов;
- окно 5: методика оценки структуры интеллекта Амтхауэра (TSI) [3], субтест «Исключение слова» - предлагается 20 заданий, в которых из пяти слов нужно исключить лишнее;
- окно 6: методика Амтхауэра, субтест «Аналогии» - предлагается 20 заданий, в которых из пяти слов нужно недостающее во второй паре слово по аналогии с первой парой;
- окно 7: методика Амтхауэра, субтест «Аналогии» - предлагается 20 заданий, в которых нужно продолжить числовой ряд на основании обнаруженной закономерности представленного ряда чисел;
- окно 8: многоуровневый личностный опросник (МЛО) «Адаптивность» - нужно ответить «да» или «нет» на вопросы, касающиеся самочувствия, поведения или характера;
- окно 9: Тест-опросник темперамента Я. Стреляу [5] - нужно ответить «да», «нет» или «не знаю» на вопросы особенностях вашего поведения в различных условиях и ситуациях.

В качестве примера на рис. 3 приведено окно «Методика диагностики мотивационной структуры личности В.Э. Мильмана (МПЛ)».

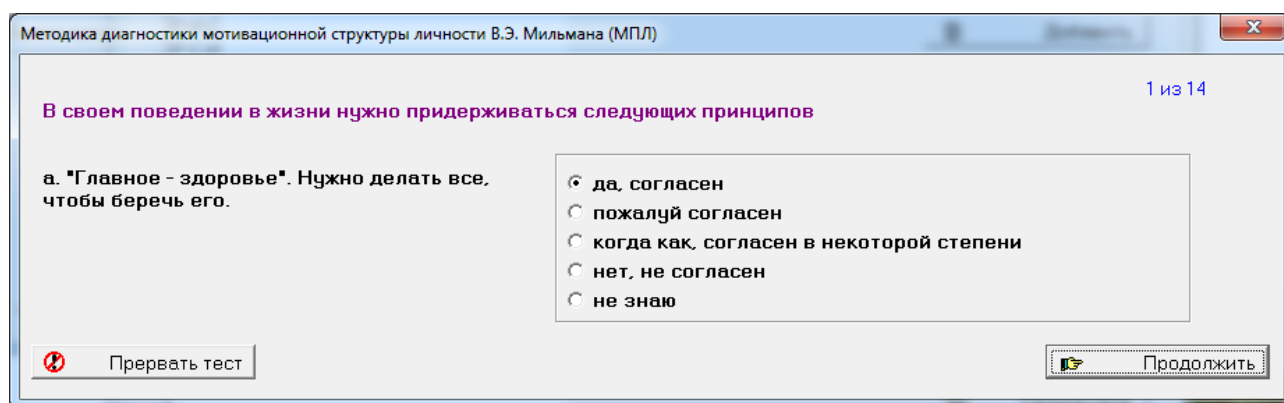


Рис. 3. Окно проведения тестирования курсантов по «Методике диагностики мотивационной структуры личности В.Э. Мильмана (МПЛ)»

При нажатии кнопки «Расчет» в главном окне программы (рис. 2) выводятся значение показателей академической успеваемости курсанта, а также результаты тестирования по каждой из методик, и итоговый показатель успешности профессиональной деятельности курсантов. В конце делается заключение о готовности курсанта к профессиональной деятельности. Результаты тестирования можно экспортировать в отдельный файл в формате Microsoft Word. Содержимое результирующего файла представлено на рис. 4.

Прогнозирование профессиональной готовности курсанта

ФИО: С Г В

Вуз: Высшее учебное заведение

Курс: любой

№ п/п	Название показателя	Значение
1	Среднее значение всех оценок, полученных курсантом по результатам сдачи экзаменов	4,00
2	Среднее значение всех оценок, полученных курсантом по результатам сдачи курсовых проектов	4,00
3	Оценка по результатам сдачи экзамена по дисциплине "физическая культура"	5,00
4	Результаты по шкале "поддержание жизнеобеспечения (УР)", МПЛ	15
5	Результаты по шкале "общение (ОИ)", МПЛ	9
6	Результаты по шкале "общая активность (УИ)", МПЛ	11
7	Результаты по шкале "общая активность (ОР)", МПЛ	8
8	Результаты по шкале "общественная полезность (УР)", МПЛ	12
9	Результаты по шкале "стенический тип при фрустрации (Фст)", МПЛ	16
10	Результаты по шкале "комфорт (У)", МПЛ	46
11	Результаты по шкале "общественная полезность (О)", МПЛ	43
12	Результаты субтеста 2 "исключение слова", тест Амтхауэра	14
13	Результаты субтеста 3 "анalogии", тест Амтхауэра	15
14	Результаты субтеста 6 "числовые ряды", тест Амтхауэра	12
15	Результаты по шкале "коммуникативный потенциал", МЛО "Адаптивность"	17
16	Результаты по шкале "коэффициент уравновешенности", тест Стреляу	0,64
17	Прогнозируемый показатель успешности в профессиональной деятельности выпускников	-206,32

Заключение: прогноз неблагоприятный - курсант не готов к профессиональной деятельности

Рис. 4. Результаты прогнозирования профессиональной готовности курсанта в виде отдельного файла

Таким образом, разработана компьютерная программа «Готовность курсантов», предназначенная для автоматизации процесса прогнозирования профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России. Данная программа может быть использована при разработке мероприятий по повышению эффективности обучения и воспитания курсантов, как показателей качества образовательной деятельности высших учебных заведений МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архангельский А. Я., Тагин М. А.* Программирование в C++ Builder 6 и 2006. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. 1184 с.
2. *Войтенко О.В.* Модели и методы управления образовательной системой вуза МЧС России: дис. ...канд. тех. наук. – СПб., 2013. 194 с.
3. *Елисеев О.П.* Тест структуры интеллекта Р. Амтхауэра (TSI): практикум по психологии личности. – СПб., 2003. С.342–370.
4. *Козлов В.В., Мазилев В.А., Фетискин Н.П.* Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. – М.: Институт психотерапии и клинической психологии, 2018. – 720 с.
5. *Стреляу Я.* Роль темперамента в психологическом развитии. – М.: Прогресс, 1982. 231 с.
6. *Харин В.В., Стрельцов О.В., Рюмина С.И.* Прогностическая модель успешности профессиональной деятельности выпускников образовательных учреждений высшего образования ГПС МЧС России. Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: материалы международной научно-практической конференции. – СПб., 2017. С. 90-94.

УДК 614.842.84

И. Н. Усманов, Т. А. Мочалова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА

Аннотация: статья посвящена изучению проблемных вопросов при выполнении трудоемких расчетов в области пожарной безопасности, выработке путей их решения. В заданной области проведено исследование, по итогам которого получены положительные результаты, подтверждающие необходимость их использования.

Ключевые слова: пожарная безопасность, надзор, профилактика реформирование, новые методы работы.

I. N. Usmanov, T. A. Mochalova

JUSTIFICATION OF THE NEED TO USE SOFTWARE COMPLEXES IN THE PRACTICE OF OFFICIALS OF THE STATE FIRE SUPERVISION

Abstract: the article is devoted to the study of problematic issues when performing labor-intensive calculations in the field of fire safety, and the development of ways to solve them. A study was conducted in a given area, as a result of which positive results were obtained, confirming the need for their use.

Key words: fire safety, supervision, prevention, reform, new methods of work.

В настоящее время со стороны государства уделяется особое внимание обеспечению пожарной безопасности, развитию системы профилактики пожаров, а также совершенствованию органов надзорной деятельности, правовому полю их взаимодействия с бизнес-сообществом [1].

В целях повышения эффективности осуществления надзорными органами МЧС России и иных должностных лиц, обеспечивающих пожарную безопасность, при осуществлении мероприятий по контролю и профилактической деятельности, дальнейшего роста уровня защищенности населения от пожаров и их последствий, принято решение о необходимости совершенствования существующего механизма осуществления надзорной деятельности и профилактической работы, внедрение новых подходов в организации деятельности органов надзора и профилактики [2].

Так, для дальнейшего поиска новых, наиболее эффективных подходов осуществления надзорной деятельности и профилактической работы, по поручению Президента Российской Федерации, разработана и одобрена на правительственной комиссии Концепция повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления, концепция проекта федерального закона о государственном и муниципальном контроле в Российской Федерации.

Исходя из принципов, заложенных в Концепции, основными направлениями надзорной деятельности МЧС России должно стать установление базовых, системообразующих правил организации и осуществления надзора, направленных, среди прочего, на существенное повышение эффективности и результативности контрольно-надзорной деятельности; эффективное использование бюджетных средств.

Поставленные задачи направлены, в том числе, и на решение актуальной проблемы загруженности должностных лиц надзорных органов МЧС России. В настоящее время количество поднадзорных объектов, зачастую, превосходит возможности надзорного органа для качественного обследования объектов защиты.

Отрицательное влияние перечисленных факторов особо остро ощущается при выполнении трудоемких расчетов, влияющих на безопасность людей, когда любая ошибка на бумаге может повлечь реальные человеческие жертвы.

Кроме того, в 2018 году Президентом РФ Путиным В.В. утверждены Основы государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года [3].

При постановке задач, определении целей, приоритетных направлений и тенденций развития в данной области, а также мероприятий, необходимых для их реализации, главой государства обращено внимание на необходимость:

- формирования новых подходов, совершенствования форм и методов организации и осуществления надзорной деятельности в области пожарной безопасности;

- разработки мер, обеспечивающих повышение эффективности федерального государственного пожарного надзора и ведомственного пожарного надзора;

- повышения профессионального уровня должностных лиц федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и подведомственных им государственных учреждений, уполномоченных на осуществление федерального государственного пожарного надзора;

- дальнейшего развития и внедрения организационных, технических и других мер, направленных на профилактику пожаров.

Исполнение перечисленных мероприятий будет способствовать реализации приоритетных направлений по обеспечению качественного повышения уровня защищенности населения и объектов защиты от пожаров, а также обеспечению эффективного функционирования и развития пожарной охраны в значительной мере.

Должностные лица, обеспечивающие пожарную безопасность на объектах защиты (как сотрудники надзорных органов, так и руководители объектов, а также ответственные за пожарную безопасность работники), в современных условиях решают многообразие задач, которое, в конечном итоге, приводит к сокращению времени, необходимому для выполнения трудоемких расчетов.

В результате неизбежно снижается уровень пожарной безопасности объекта защиты из-за отсутствия времени для качественного выполнения расчётов.

Учитывая сложившиеся обстоятельства, внедрение в практическую деятельность должностных лиц, обеспечивающих пожарную безопасность, включая государственных инспекторов по пожарному надзору, программных комплексов для их использования при трудоёмких расчетах позволило бы решить широкий спектр проблемных вопросов.

В целях детального изучения обоснованности внедрения предлагаемого метода работы организовано исследование, которое состояло из трёх этапов.

Первый этап включал в себя проведение анкетирования, в рамках которого анализировалась практика выполнения трудоёмких расчётов на различных объектах защиты, при осуществлении надзорных и профилактических мероприятий, разрешался вопрос о качестве выполняемых действий и дефиците времени, изучалась необходимость упрощения процедуры расчетов и сокращения времени на их выполнение, готовность должностных лиц надзорных органов МЧС России к использованию программных комплексов при выполнении расчётов, ожидаемые результаты применения программных комплексов при использовании их в трудоемких расчетах на постоянной основе. В качестве участников исследования выступили должностные лица органов федерального пожарного надзора Ульяновской области.

При опросе выяснилось, что 82 % участника анкетирования затрачивают значительное количество времени при выполнении расчетов, т.к. данные расчеты достаточно трудоёмки, а получаемые результаты влияют на безопасность людей, при этом, в других направлениях деятельности образуется критическая нехватка времени для качественного выполнения работы. 18 % респондентов затрачивают

незначительное количество времени на расчёты, так как в связи с общей нехваткой времени данные расчёты приходится выполнять быстро (рис. 1).

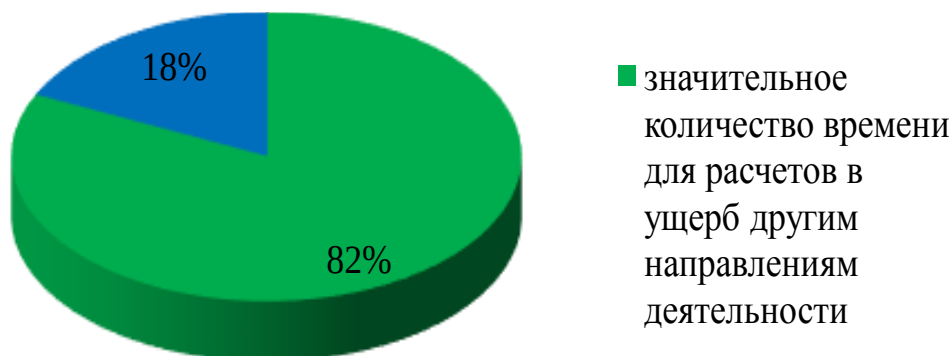


Рис. 1. Распределение участников исследования (в процентах), у которых имеются трудности при выполнении трудоёмких расчётов, в зависимости от причин

Второй этап исследования заключался в практическом использовании программного комплекса Mathcad при выполнении расчётов, в рамках которого участники исследования выполняли расчёты по предложенному готовому шаблону, вносили в имеющийся стандартный образец выполнения расчетов корректировки, а также самостоятельно выполняли расчёты без сторонних примеров и помощи.

На третьем этапе проведено повторное анкетирование, в рамках которого проведен анализ практики применения программных комплексов, установлены положительные и отрицательные аспекты, определены направления для дальнейшего развития.

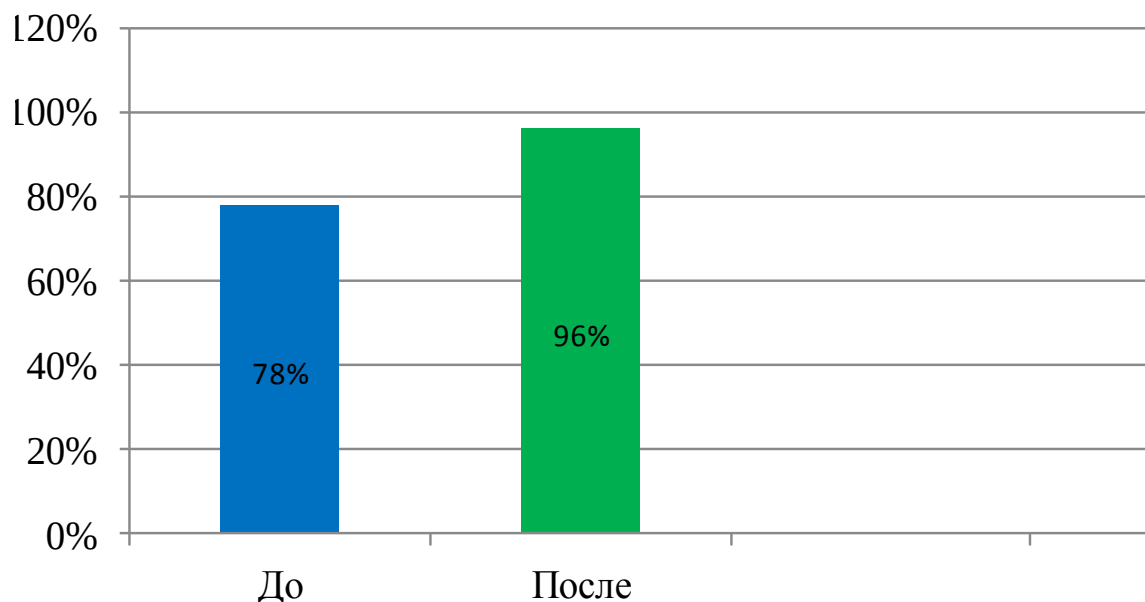


Рис. 2. Сравнение количества участников исследования (в процентах) до и после проведения практической части исследования, положительно отзывавшихся о внедрении в практическую деятельность должностных лиц надзорных органов МЧС России программных комплексов для их использования при трудоёмких расчётах

При обобщении результатов исследования было установлено, что 78 % участников исследования до проведения практической части исследования видели необходимость во внедрении в практическую деятельность должностных лиц надзорных органов МЧС России программных комплексов для их использования при трудоёмких расчётах. При этом, по окончании исследования, количество респондентов, положительно отзывавшихся о практике применения нового метода работы и необходимости его использования в повседневной деятельности, возросло до 96 % (рис. 2).

Таким образом, необходимость использования новых методов работы, обеспечивающих существенное повышение эффективности и результативности контрольно-надзорной и профилактической деятельности в вопросах обеспечения пожарной безопасности, обусловлена практической стороной, при этом, согласуются с современной тенденцией развития надзорных органов Российской Федерации [4], имеет под собой законодательную основу и полностью гармонизировано с проводимой политикой государства по реформированию контрольно-надзорных органов и внедрению профилактических основ при обеспечении пожарной безопасности [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паспорт приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» (приложение к протоколу президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 21.12.2016 N 12).
2. Решение коллегии МЧС России от 18.02.2015 г. № 4/II.
3. Указ Президента РФ от 01.01.2018 N 2 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» // «Собрание законодательства РФ», 08.01.2018, N 2, ст. 411.
4. Паспорт реализации проекта «Совершенствование функции государственного надзора МЧС России в рамках реализации приоритетной программы Реформа контрольной и надзорной деятельности» (утв. протоколом заседания проектного комитета от 13.02.2018 N 1).

УДК 004.896

Р. Н. Фадеев

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНДУСТРИИ СБОРА И ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

Аннотация: отмечается, что системы автоматизированного управления сбором мусора являются частью концепции умного города. Подробно рассмотрено такое робототехническое решение, использующееся для стимулирования сортировки бытовых отходов, как фандомат.

Показана перспектива внедрения цифровых решений на основе искусственного интеллекта, робототехники, машинного зрения на всех этапах работы с отходами.

Ключевые слова: цифровые технологии, управление отходами, искусственный интеллект.

R. N. Fadeev

INFORMATION TECHNOLOGY IN THE WASTE COLLECTION AND RECYCLING INDUSTRY

Abstract: it is noted that automated garbage collection management systems are part of the smart city concept. Such a robotic solution used to stimulate the sorting of household waste as a fandonat is considered in detail. The prospect of introducing digital solutions based on artificial intelligence, robotics, and machine vision at all stages of waste management is shown.

Keywords: digital technologies, waste management, artificial intelligence.

Введение

Актуальность исследования связана с существованием проблем в индустрии управления отходами. В современном мире число мусорных свалок, загрязнение мирового океана растет с каждым днем, увеличивается выделение токсичных веществ в атмосферу при сжигании отходов. Прогнозируется, что до 2025 года ежегодный объем отходов увеличится с 1,3 млрд. до 2,2 млрд. тонн [3]. Помочь нам справиться с уборкой мусора могут цифровые технологии.

Постановка задачи

Цель исследования – выявить современные тенденции внедрения цифровых решений в управление отходами.

Задачи исследования: определить состояние проблемы сбора, переработки и утилизации бытовых и промышленных отходов в научной литературе, систематизировать и обобщить полученные результаты.

Объектом нашего исследования являются направления развития цифровых технологий в индустрии сбора и переработки промышленных и твердых бытовых отходов.

Методы и материалы исследования

В процессе работы нами были использованы такие методы как анализ и синтез, обобщение и классификация данных, полученных в ходе исследования.

Научная новизна исследования состоит в том, что проанализированы зарубежные и отечественные практики сбора, переработки и утилизации мусора, на основе анализа выявлены главные направления использования цифровых технологий для повышения эффективности в данной сфере.

Полученные результаты

Системы автоматизированного управления сбором мусора являются частью концепции умного города. Они состоят из датчиков, устанавливаемых в мусорных баках, и специализированного программного обеспечения. Датчики контролируют уровень наполненности мусорных баков и передают данные на центральный сервер в режиме реального времени с помощью встроенных GPS и GPRS-модулей. Далее

специализированное программное обеспечение предоставляет подробную детализацию об уровне заполнения каждого контейнера, на этой основе строятся оптимальные планы-маршруты по сбору отходов.

Вовлечение отходов в оборот является одной из основных целей государственной политики в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов [1, 2]. Использование отходов в качестве вторичного сырья позволяет существенно сократить потребление первичных ресурсов, получить экономические выгоды от повторного применения металлов, стекла, пластика, бумаги, текстиля, сократить количество отходов, которые отправляются на полигоны.

В настоящее время имеется ряд проблем, использование при решении которых цифровых технологий предоставляет возможность организовать экологически и экономически эффективную систему сбора вторичного сырья.

Одной из стимулирующих мер по сортировке бытовых отходов является создание депозитно-залоговой системы потребительской упаковки. Приобретая товар в стеклянных, пластиковых бутылках, алюминиевых банках покупатель уплачивает за упаковку сумму депозита (залога), при возврате пустой тары получает деньги за нее обратно.

Депозитно-залоговая система потребительской упаковки распространена в странах Европейского Союза, Японии, США. В странах, где она была введена, процент собранной упаковки от напитков вырос в несколько раз и превышает 70 % – 80 %. Например, в Норвегии благодаря этой системе собирают 95 % тары, в Финляндии – 93,3 %, а в Дании – 89 %. В Германии 99 % алюминиевых банок сдаются назад.

Прием тары и возврат средств можно проводить с помощью специальных автоматов, получивших название «фандомат». Фандомат – роботизированный агрегат, который обменивает возвратную тару у потребителя в обмен на ее залоговую стоимость. Для возврата залога потребитель должен поднести пустую тару к сканеру фандомата. Он считает штрих-код, оценит вес упаковки, после этого начислит баллы или выдаст чек. От печати бумажного чека можно отказаться – в таком случае на экране фандомата появится QR-код для сканирования. Чек можно обналичить на кассе либо использовать в зачет стоимости покупки. Есть фандоматы с возможностью отправки денег в благотворительные фонды. Сейчас стали появляться более умные фандоматы, которые наделены нейронной сетью. Новейшим автоматам не нужен штрих-код, чтобы определить вес, размер, форму и материал тары. Умный робот не брезгует смятой тарой, тарой с повреждённым штрих-кодом или без него.

В России данная технология только набирает обороты. Фандоматы стали устанавливаться в магазинах сетевых ритейлеров. Проект по установке фандоматов начали готовить по поручению президента России Владимира Путина, согласно которому в городах с населением более 100 тысяч человек следует развивать сеть фандоматов и пунктов приема отдельных фракций [4]. Российский экологический оператор планировал в 2022 году организовать сеть из 10 тысяч фандоматов в семи регионах.

Другая важная задача – эффективная организация взаимодействия служб сбора отходов с производствами, на которых они образуются. Цифровые платформы дают возможность предприятиям связываться с операторами службы сбора и утилизации отходов и быстро удовлетворять свои потребности в этой сфере.

Обработка мусора – одна из областей, куда в течение последних лет приходят робототехнические решения. Процесс сепарации отходов на конвейерной ленте осуществляет робототехнический комплекс, использующий машинное зрение для определения разных видов материалов. Искусственный интеллект, робототехника и компьютерное зрение позволяют вывести систему сбора и переработки мусора на новый уровень.

Выводы

Полученные результаты позволили нам сделать следующие выводы. Необходим комплексный подход к решению проблемы организации эффективного управления отходами. Справиться с поставленной задачей может помочь использование цифровых технологий. Автоматизация процессов, внедрение цифровых решений на основе искусственного интеллекта, робототехники, машинного зрения требуются на всех этапах работы с отходами. Эти составляющие присутствуют в российской индустрии управления отходами, но носят точечный или пилотный характер. Их доля в технологиях сбора, переработки бытовых и промышленных отходов ничтожно мала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Латыпова М. В.* Анализ развития системы обращения с твердыми коммунальными отходами в России: проблемы и перспективы с учетом европейского опыта // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14, № 4. С. 741–758.
2. *Мамин Р. Г.* Инновационные механизмы управления отходами. М.: МГСУ, 2018. 530 с.
3. Новые технологии для уборки мусора. [Электронный ресурс]. URL: <https://iot.ru/gorodskaya-sreda/novye-tekhnologii-dlya-uborki-musora> (дата обращения: 06.03.2023).
4. Утилизация мусора в России. Как реформируют отрасль. [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/info/6000776> (дата обращения: 06.03.2023).

УДК 004.896

Р. Н. Фадеев

Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ КАК ИНСТРУМЕНТЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ

Аннотация: в статье рассматривается один из трендов цифровой трансформации промышленности – управление данными. Отмечается, что превращение данных в стратегический цифровой актив реализуется по нескольким направлениям. Автор анализирует основные тенденции

технологий больших данных и направления использования цифровых двойников в деятельности промышленных предприятий.

Ключевые слова: большие данные, цифровые двойники.

R. N. Fadeev

INFORMATION TECHNOLOGIES OF DATA MANAGEMENT AS TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL COMPANIES

Abstract: the article discusses one of the trends in the digital transformation of industry - data management. It is noted that the transformation of data into a strategic digital asset is being implemented in several directions. The author analyzes the main trends in big data technologies and the use of digital twins in the activities of industrial enterprises.

Keywords: big data, digital twins.

Тема цифровой трансформации становится все более актуальной для большинства российских промышленных предприятий. Один из трендов цифровой трансформации промышленности – управление данными. Бизнес вступает в эпоху, когда данные становятся движущей силой. Управление данными в промышленных компаниях и превращение данных в стратегический цифровой актив реализуется по нескольким направлениям [1].

В данной статье остановимся на рассмотрении двух из них: использование аналитики на основе больших данных (Big Data) и цифровых двойников.

Проанализированные нами основные тенденции технологий больших данных, внедряемых на предприятиях в последнее время, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Тенденции использования технологий больших данных в компаниях

Компания	Тенденции использования Big Data
Apple	Для улучшения дизайна, характеристик и удобства использования продукта изучает поведение потребителей при помощи технологии больших данных.
General Electric Oil & Gas	Использует алгоритмы машинного обучения и облачную платформу Predix для подготовки расписания диагностических проверок оборудования.
Intel	Анализ больших данных сокращает производственные затраты за счет уменьшения время тестирования микропроцессоров.
Air France Industries KLM Engineering & Maintenance	Внедрена система Prognos, которая накапливает и обрабатывает в реальном времени технические данные систем воздушного судна. Это дает возможность предвидеть неполадки.
Lufthansa Technik	Прогнозирует сроки замены комплектующих, используя платформу Condition Analytics.
Procter & Gamble	Большие данные помогают улучшить инновационные продукты, используя анализ в реальном времени комментариев клиентов в социальных сетях, отслеживание данных в целях оптимизации планирования магазинов розничной торговли.
The Cheesecake Factory	Инструментарий больших данных позволяет устанавливать причину проблем с качеством поставляемой продукции.
Zest Fresh	Алгоритм рассчитывает «запас свежести» продукта, на основании

Компания	Тенденции использования Big Data
	чего составляет маршрут и время доставки в торговую сеть.
Магнитогорский металлургический комбинат	Использует рекомендательный сервис от Yandex Data Factory – «Снайпер», который предназначен для оптимизации расхода ферросплавов и добавочных материалов при производстве стали.
Газпром нефть	Внедрена предикативная аналитика в процессы управления насосами.
Сургутнефтегаз	Для реализации производственных процессов в режиме реального времени используется платформа данных и приложений «in-temogu», ведется автоматизированный учет продукции и расчет скользящих цен онлайн.
Аэрофлот	Интеллектуальная диагностика и прогноз технического состояния узлов воздушных узлов с применением инструментов Big Data.

За счет решений на основе больших данных возможно улучшение корпоративного управления (управление цепочками поставок, управление рисками для принятия более обоснованных решений руководством компании, прогнозирование сбыта продукции и т. д.). Наибольшие ожидания от систем анализа больших данных связаны с клиентоориентированностью. Еще одно направление – диагностическое обслуживание. Накопленная информация от датчиков помогает зафиксировать изменения в работе и предсказать выход из строя критических узлов и деталей [2]. В результате предприятие может оптимизировать интервалы обслуживания.

Понятие «цифровой двойник» было введено в обиход еще в 2002 году. Профессор Мичиганского университета М. Гривз рассказал о получении информации об объекте с помощью цифрового двойника. Развитие искусственного интеллекта, промышленного интернета вещей, облачных вычислений сделало технологию цифрового двойника экономически эффективной. Она стала проникать в жизнь производственных компаний, которые стремятся занять или сохранить ведущую позицию на рынке товаров и услуг.

Цифровой двойник работает путем цифровой репликации физического объекта в виртуальной среде, включая его функциональность, возможности и поведение. Многочисленные IoT-датчики собирают данные для анализа цифровым двойником информации во время всего жизненного цикла реального объекта. Цифровые двойники компаний это глобальные платформы для моделирования, имитации и анализа производственных систем. В таблице 2 представлены практики разработки и использования цифровых двойников.

Таблица 2. Практики разработки и использования цифровых двойников

Компания	Разработки
Siemens (Германия)	Программное обеспечение SieTrace – определение местоположения в режиме реального времени (RTLS) для управления производственными процессами.
Bosch Building Technologies (Германия)	Платформа Energy Platform – энергосберегающее и экономичное решение для мониторинга и анализа энергопотребления своих внутренних операций в режиме реального времени.
UltraSoC (Великобритания) совместно с Siemens (Германия)	Интеграция технологии UltraSoC в портфель продуктов Xcelerator как новое решение для управления жизненным циклом продукта (PLM) для измерительных и аналитических

**РАЗДЕЛ 4. ИНФОРМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА**

Компания	Разработки
	решений с большими возможностями в области кибербезопасности.
IBM (США) и Siemens (Германия)	Оптимизация управления жизненным циклом услуг через соединение реальных операций по техническому обслуживанию и производительности активов с проектными решениями и модификациями на местах.
Abu Dhabi National Oil Company(Объединённые Арабские Эмираты)	Технология цифрового двойника позволила собрать 20 нефтеперерабатывающих и нефтедобывающих предприятий компании в единый диспетчерский пункт, в процессе работы которого применяется предиктивная аналитика, real-time визуализация, моделирование сценариев производственных процессов.
General Electric (США)	Использует цифровые двойники реактивных двигателей для самолетов.
Газпром нефть (Россия)	Практическое применение «цифровых двойников скважин» демонстрирует экономию капитальных затрат в размере 5–20 %.
Яйский нефтеперерабатывающий завод (Россия)	Пример использования цифрового двойника на заводе – цифровой тренажер для операторов. Кроме того, проект подразумевает внедрение системы кибербезопасности, призванной защитить от взлома цифрового двойника предприятия для предотвращения аварийных ситуаций на основе предиктивной аналитики.
Сибур Холдинг (Россия)	В базе инженерных данных собрана всевозможная информация по оборудованию и его взаимосвязям (место оборудования в производственной цепочке, нормативные режимы работы, частота обслуживания, геометрические и технические характеристики и т.д.), что позволяет создать и использовать цифровой двойник.
КАМАЗ (Россия)	Создание трехмерных моделей технологического оборудования. Модели применяются для размещения оборудования на 3D-планировках производственных площадей, в процессе моделирования механической обработки деталей и сборочных работ, в ходе виртуальной пуско-наладки оборудования, виртуальных испытаний модульных платформ автобусов.
Ульяновский автомобильный завод (Россия)	Реализация проекта цифрового двойника изделия.
Трансмашхолдинг (Россия)	Внедрение цифрового двойника позволяет рассчитывать результаты выполнения производственного плана при заданных параметрах и быстро реагировать на запросы заказчика.
Инфосистемы Джет (Россия)	Создание цифрового двойника здания. Используется в производственном процессе для управления инженерно-техническими устройствами и технологиями в сооружении (климатический контроль помещений, менеджмент электроэнергии, контроль водных ресурсов).
АО «ОДК» – объединенная двигателестроительная	Проектирование, производство и эксплуатация двигателей с помощью цифровых двойников.

Компания	Разработки
корпорация (Россия)	

Проведенный анализ использования технологий больших данных и цифровых двойников в промышленности позволяет сделать вывод, что данные технологии управления данными являются важнейшими инструментами цифровой трансформации российских предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огурцова Е. Ю., Фадеев Р. Н. Управление данными как инструмент достижения устойчивого развития промышленных компаний в условиях импортозамещения // Цифровая трансформация промышленности: новые горизонты. Сборник научных трудов по материалам 3-й Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 321-326.
2. Фадеев Р. Н., Огурцова Е. Ю. Интеллектуальная система анализа технологических данных // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2022. Сборник трудов V Международного научно-технического форума. В 10-ти томах. Рязань, 2022. С. 139-143.

УДК 614.841.3

А. Г. Фирсов, О. В. Надточий, В. И. Сибирко, Т. А. Чечетина, В. А. Мартынов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА МЧС РОССИИ

Аннотация: статья посвящена автоматизации учета статистической информации результатов контрольно-надзорной и профилактической деятельности государственного пожарного надзора МЧС России. Рассмотрены вопросы использования Microsoft Access и PostgreSQL для создания баз данных. Определены дальнейшие пути развития автоматизации.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор, структура базы данных, система управления базами данных, запрос к базе данных, искусственный интеллект.

A. G. Firsov, O. V. Nadtochiy, V. I. Sibirko, T. A. Chechetina, V. A. Martynov

DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS FOR THE RESULTS OF CONTROL, SUPERVISION AND PREVENTIVE ACTIVITIES OF THE STATE FIRE SUPERVISION OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

Annotation: the article is devoted to the automation of accounting of statistical information of the results of control, supervisory and preventive activities of the state fire supervision of the Ministry of

Emergency Situations of Russia. The issues of using Microsoft Access and PostgreSQL to create databases are considered. Further ways of automation development have been determined.

Keywords: state fire supervision, database structure, database management system, database query, artificial intelligence.

Развитие современного общества невозможно без использования разнообразных информационных технологий, обеспечивающих быстрый доступ к искомой информации, всестороннему ее анализу и принятию на ее основе необходимых оперативных управленческих решений. Особенно это актуально при систематизационном обобщении и хранении статистической информации о пожарах и их последствиях, чрезвычайных ситуациях и их последствиях, а также результатов организации деятельности органов государственного пожарного надзора (далее – ГПН) в системе МЧС России.

Одним из таких важных направлений является систематизация статистической информации о результатах деятельности органов ГПН МЧС России. В соответствии с приказом МЧС России от 22.12.21 № 900 [1] с четвертого квартала 2021 г. введены новые электронные формы отчетности, о результатах деятельности осуществляемой органами ГПН. Информация является разноплановой и затрагивает практически все направления деятельности ГПН. Это статистическая информация о результатах: деятельности федерального ГПН, дознания осуществляемого органами ГПН, административно-правовой деятельности, кадрово-профессиональном составе, материально-техническом состоянии и финансовом обеспечении органов ГПН, предоставлении государственных услуг при согласовании специальных технических условий и регистрации деклараций пожарной безопасности, профилактике пожаров и их последствий и т.д. Перечень статистической информации и ее объем действительно очень внушительный и требует использования современных и удобных в функциональном плане средств сбора и обработки поступающей статистической информации.

С этой целью электронные формы отчетности были разработаны на платформе офисного приложения Microsoft Excel. Это связано с тем, что показатели в формах отчетности могут меняться в зависимости от складывающейся обстановки с пожарами в субъектах РФ, а также соответствующими изменениями в российской законодательстве. Приложение Microsoft Excel достаточно гибкое и позволяет при необходимости оперативно изменять электронные формы отчетности. При этом не требуется создание специального программного обеспечения, установка его на персональный компьютер пользователя и обучение персонала т.к. офисные приложения Microsoft достаточно популярны в России. С использованием встроенных в приложение функций осуществлена необходимая защита, проверка и обобщение собираемой статистической информации.

Однако дальнейшее использование собранной информации о результатах контрольно-надзорной и профилактической деятельности органов ГПН МЧС России уже без использования соответствующего программного средства невозможно. Для обработки статистической информации была использована система управления базами данных (далее – СУБД) Microsoft Access. Данный программный продукт предоставляет пользователю следующие функциональные возможности:

импортировать собранную информацию из приложения Microsoft Excel в СУБД;

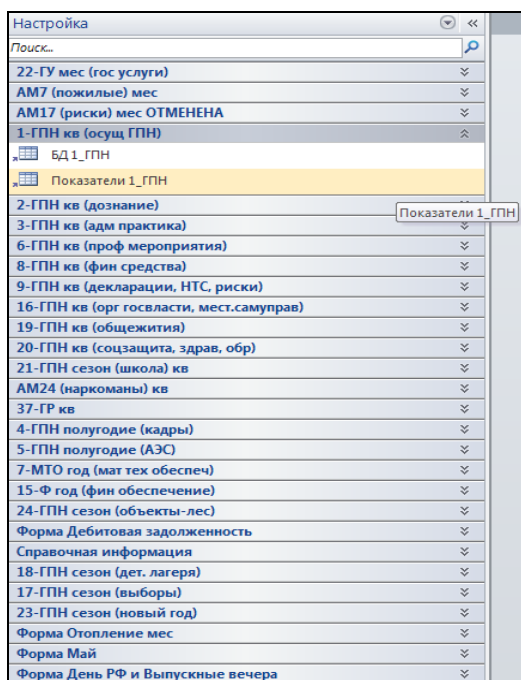
структурировать, редактировать и хранить введенную в СУБД информацию по направлениям деятельности органов ГПН;

осуществлять необходимые запросы к массиву данных, а результаты запроса экспортировать в одно из офисных приложений Microsoft Access;

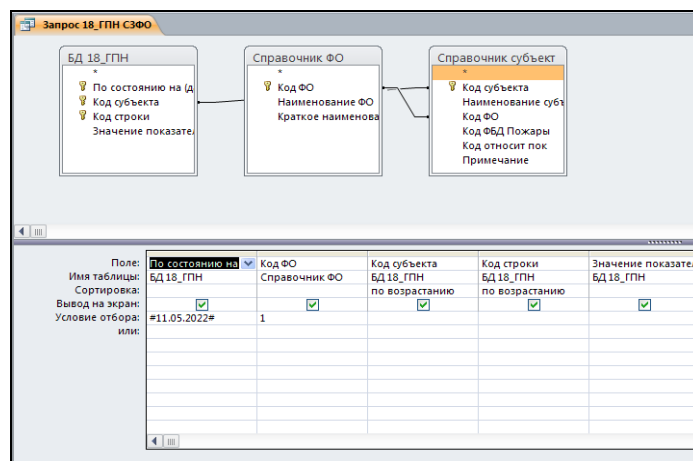
разрабатывать автоматизированные формы ввода и отчеты вывода информации из базы данных (далее – БД) и т.д.

Конечно, для полноценной работы с таким массивом данных требуется дополнительное изучение функций и возможностей СУБД Microsoft Access. На основе рассмотренной выше платформы СУБД Microsoft Access специалистами ФГБУ ВНИИПО МЧС России была разработана БД форм статистической отчетности о деятельности органов ГПН МЧС России (далее – БД ГПН) [2]. Структурно БД ГПН состоит из набора электронных таблиц, связанных между собой через ключевые поля. Для каждой отчетной формы предусмотрена отдельная электронная таблица со статистическими данными и связанная с ней таблица со справочниками для данной формы отчетности. Структура реальной БД ГПН приведена на рис. 1 (а).

Все электронные таблицы связаны между собой через справочник субъектов РФ и справочник федеральных округов РФ. Всю статистическую информацию можно просматривать и при необходимости редактировать непосредственно в БД ГПН. Поиск информации и ее систематизация с последующим экспортом (копированием) возможны через систему встроенных фильтров и сортировок данных. Разработчиками БД ГПН для этой цели предусмотрен локальный модуль запросов к БД ГПН. Его структура полностью идентична модулю ввода информации, но ввод информации и ее редактирование в модуле не доступны. Запрос к БД ГПН осуществляется с использованием SQL через встроенный конструктор запросов (см. рис. 1 (б)).



а) Структура БД ГПН



б) Конструктор запросов к БД ГПН

Рис. 1. Структура базы данных и пример реализации запроса для формирования массива статистических данных из БД ГПН

Результаты запроса могут импортироваться в различные офисные приложения Microsoft, а также сохраняться с использованием функции копия-вставка. В модуле могут осуществляться как простые, так и сложные запросы. Возможно формирование сводных таблиц и графиков. Конструктор запросов достаточно прост в использовании и не требует знаний в программировании.

Таким образом, специалистами института на основе платформы СУБД Microsoft Access разработана БД ГПН, позволяющая не только хранить и редактировать существующий массив данных, но и осуществлять разные по сложности запросы для получения необходимой информации. Данное средство, например, успешно используется при формировании статистического массива данных для ежегодного информационно-аналитического сборника «Государственный надзор МЧС России», при определении эффективности и результативности федерального ГПН МЧС России, а также различных запросов органов управления МЧС России.

Однако информатизация общества не стоит на месте. С появлением новых информационных технологий, технических решений и развитием широкополосного скоростного интернета потребность в обновлении информации и ее дальнейшем анализе возросла в разы. Для этой цели уже необходимо использовать более совершенные объектно-реляционные СУБД, работающие в сети интернет, объединяющие в единое целое большое количество рабочих мест с огромными вычислительными мощностями персональных компьютеров и обеспечивающие параллельную работу многих пользователей. Объектно-реляционные СУБД обладают высокой надежностью, безопасностью и доступностью. Среди таких СУБД наиболее популярными являются PostgreSQL и DB2 [3].

PostgreSQL часто используется для ведения баз данных веб-сайтов. Данная СУБД бесплатна, хорошо развита и позволяет управлять как структурированными, так и неструктурированными данными. Система имеет мультиплатформенную основу и хорошо справляется с импортом информации из других СУБД. Основные преимущества этой СУБД в том, что она позволяет обрабатывать терабайты информации, поддерживает формат json и обладает рядом доступных интерфейсов и множеством predefined функций. В свою очередь СУБД DB2 – это разработка компании IBM и функционирует она в операционных системах Windows, Linux и Unix. Данная СУБД – это единственная СУБД, реализованная на аппаратно-программном уровне. Современные версии обеспечивают поддержку данных в формате XML. Преимущества DB2 в том, что данная СУБД позволяет задействовать все ресурсы для объемных БД. Она может быть размещена в облачном хранилище и (или) на физическом сервере одновременно. С помощью планировщика задач могут одновременно выполняться несколько задач одновременно. Эта СУБД платная, что значительно снижает ее ценность.

В связи с обеспечением информационной безопасности в МЧС России для разработки БД используется объектно-реляционная СУБД – PostgreSQL. В частности, на ее платформе сегодня функционируют различные модули, сопряженные с Автоматизированной аналитической системой поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России (далее – АИС КНД). В том числе в состав АИС КНД входит и Модуль учета пожаров [4]. На рис. 2 приведен фрагмент экрана работы в Модуле учета пожаров.

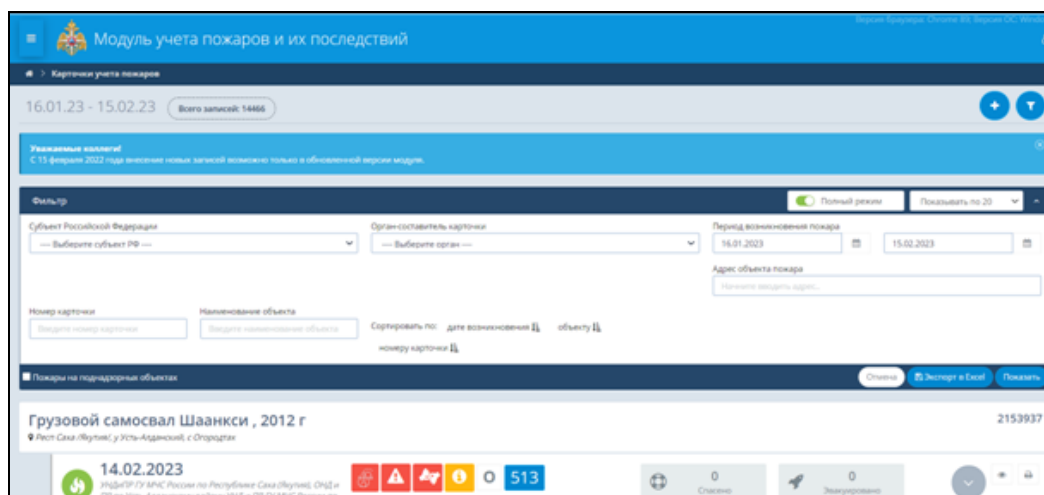


Рис. 2. Окно работы с карточками учета пожаров в Модуле учета пожаров АИС КНД

До 2022 г. учет пожаров и их последствий осуществлялся в программном комплексе «СтатПож 2009», разработанный специалистами ФГБУ ВНИИПО МЧС России на платформе Microsoft Visual Studio [5]. СУБД активно развиваются и функционируют приблизительно в течение 10 – 15 лет. Затем им на смену приходят более совершенные и функциональные СУБД, отвечающие уже современным запросам общества. Очевидно, что следующий шаг в информационном развитии общества, а, следовательно, и структур МЧС России – это использование технологий Bid Data и искусственного интеллекта. Они уже сегодня дают поистине фантастические результаты в обработке как структурированных, так и не структурированных огромных объемов данных различной сложности, форматов и направленности в различных областях науки и техники. Так что уже совсем «не горами» использование систем искусственного интеллекта для обработки и анализа информации о пожарах и их последствиях, результатах контрольно-надзорной и профилактической деятельности органов ГПН МЧС России, а также разработки и принятия на их основе совершенно новых и более эффективных управленческих решений по обеспечению пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О предоставлении отчетности по деятельности, осуществляемой органами государственного пожарного надзора МЧС России: приказ МЧС России от 22.12.2021 г. № 900. – URL: <https://cloud.mail.ru/public/MeqD/61kcQ3wmZ> (дата обращения 06.02.2023).
2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621722 Российская Федерация. База данных форм статистической отчетности по деятельности, осуществляемой органами государственного пожарного надзора МЧС России БД "ГПН-2022" : № 2022621439 : заявл. 17.06.2022 : опубл. 13.07.2022 / А. Г. Фирсов, Е. Н. Малемина, Е. С. Преображенская [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». – EDN ONVFEQ.

3. Прохорова А.М. КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗЛИЧИЯ СОВРЕМЕННЫХ СУБД // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11-1. – С. 80-84; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40931> (дата обращения: 25.02.2023).

4. Об утверждении Регламента работы в информационной системе «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России»: приказ МЧС России от 04.10.2022 года № 954. – URL : <https://cloud.mail.ru/public/zEjU/brw7WTn6z> (дата обращения: 09.02.2023).

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016616099 Российская Федерация. Программный комплекс "СтатПож 2009" : № 2016611416 : заявл. 24.02.2016 : опубл. 06.06.2016 / В. А. Мартынов, В. И. Сибирко, А. Г. Фирсов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России). – EDN CVYYOV.

УДК 504.5

С. П. Фурс

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ПОДРЫВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАЗВИТИЕ НООСФЕРЫ: ПРОБЛЕМА И ТЕНДЕНЦИИ

Аннотация: статья посвящена рассмотрению проблемы возрастания роли и места подрывных технологий на современном этапе развития ноосферы: показана суть этого явления, а также причины его возникновения. В качестве одного из источников возникновения рассмотрены такие инновационные технологии как искусственный интеллект и блокчейн. Алгоритм изучения указанной проблемы разворачивается через триаду: ноосфера, инновации, цифровые отходы.

Ключевые слова: ноосфера, инновации, искусственный интеллект, блокчейн, цифровые отходы.

S. P. Furs

THE IMPACT OF "DISRUPTIVE" TECHNOLOGIES ON THE NOOSPHERE: THE PROBLEM AND TENDENCIES

Abstract: the paper highlights the problem of digital waste. The author analyses these phenomena, and its roots and such innovations as artificial intelligence and blockchain.

Keywords: noosphere, innovations, digital waste, blockchain, artificial intelligence.

Введение. Как известно, ноосфера это сфера взаимодействия общества и природы, в границах которой разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором развития [1] (встречаются также термины «антропосфера», «биотехносфера»).

Данный термин был введен в науку В.И Вернадским, который предложил его для анализа и изучения особой эволюционной стадии развития биосферы (в 1945 г. журнал «Америкэн Сайнтист» опубликовал его последнюю перед смертью работу «Биосфера и ноосфера»). Надо отметить, что данная работа не получила ни особой поддержки, ни возражений. Видимо, не случайно сам ученый еще в 1931 г. был вынужден записать: «Царство моих идей впереди»; всесторонне развитие идеи Вернадского получают на рубеже XX-XXI вв.: в 2000 году французский журнал «Фузион» в преамбуле к публикации «Биосфера и ноосфера» называет Вернадского «отцом глобальной экологии». И в настоящий момент фундаментальные учебники по проблемам экологии и устойчивого развития включают материал, посвященный идее ноосферы и ее ключевым характеристикам [2].

Согласно Вернадскому, деятельность человечества сродни геологической силе по степени воздействия на биосферу. И с каждым десятилетием мощность данного воздействия возрастает в стремительной прогрессии. Одним из косвенных проявлений серьезности и неоднозначности указанных тенденций является состояние «футурошока»: неспособности человечества успеть за темпами прогресса в науке и технике, а также адекватно и релевантно на них отреагировать в социальной, правовой, политической сфере [3].

В результате возникают ситуации, когда происходит внедрение инновационных технологий в различные сферы социума (здравоохранение, образование, управление, экономический кластер), в производство, аграрный сектор: когда инновации буквально встраиваются в существующие социальные институты, однако последствия этого процесса до конца не просчитаны. Отсюда термин, характеризующий отдельные современные инновации, такие как искусственный интеллект, машинное обучение, блокчейн, - *подрывные технологии* (от англ. disruptive – термин, имеющий двойное значение: прорывной, подрывной) [4]. Можно сказать, что использование данного термина абсолютно оправдано, так как он отражает двойственный, неоднозначный характер разворачивающегося процесса. С одной стороны, указанные технологии, действительно демонстрируют определенный прорыв в развитии наукоемкого производства; с другой стороны, они во многом трансформируют привычный порядок вещей, сложившуюся систему отношений и процессов [5]. Ситуация некоторой неопределенности в оценке долгосрочных перспектив развития инновационных технологий усугубляется неоднозначностью в оценке последствия их воздействия на биосферу (то есть серьезный рывок в развитии ноосферы означает абсолютно непредсказуемые результаты для устойчивого развития живого и планеты в целом). В этом контексте на первый план выходят утверждения о том, что инновационный технологии достаточно «чистые», т.е. не несут негативное антропогенное воздействие на планету. Так ли это – покажет долгосрочная перспектива, однако уже сейчас существуют данные, которые несколько опровергают постулат об экологически нейтральных инновациях. Результатом изучения этих данных является возникновение понятия – цифровые отходы, цифровой мусор (digital waste, data waste). В чем его причина и какую опасность он представляет – в этом и необходимо разобраться.

Основная цель, которая стояла при разработке данного исследования – проанализировать роль и влияния достаточно нового феномена – подрывных технологий – на современное состояние ноосферы.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи - показать: а) непреходящую актуальность учения В.И. Вернадского о биосфере; б) акцентировать внимание на возрастающей роли и воздействии подрывных технологий на ноосферу; в) раскрыть суть самого феномена подрывных технологий, г) выявить особенности возникновения цифрового мусора через анализ триады: ноосфера – инновации, подрывные технологии – цифровые отходы.

Для начала следует обозначить главное: ежедневно человечество вырабатывает около 2,5 квинтиллиона байт информации (квинтиллион – цифра с восемнадцатью нулями, равнозначная тысяче триллионов). И эта цифра в ближайшее время будет неизбежно увеличиваться, т.к. данные это основа новых технологий, в частности, таких как машинное обучение или блокчейн. Однако у этого процесса есть, как минимум, один серьезный недостаток – это цифровые отходы (цифровой мусор). Как ни странно это может звучать цепочка, идущая от «цифрового мусора» приводит нас к классическим экологическим угрозам: возрастанию потребления энергии, истощению ресурсов и повышению выброса оксида углерода. Эксперты сходятся в одном: цифровые технологии потребляют колоссально много энергии [6]. Полученные данные в рамках Стэнфордского университета свидетельствуют о том, что хранение порядка 100 гигабайт в облачном хранилище приводит к выбросу порядка 0,2 тонны оксида углерода ежегодно. Цифра средняя, однако в масштабах бизнеса она просто мизерная, говоря о бизнесе – речь идет о «Больших данных» - показатели существенно меняются. Одно предприятие среднего бизнеса потребляет порядка 300 терабайт информации ежегодно, что приводит к эмиссии оксида углерода в объеме 700 тонн.

Здесь закономерен вопрос: в какой момент данные становятся цифровыми отходами? Надо понимать, что этот термин достаточно новый и затрагивает он, прежде всего, экологические последствия, связанные с затратами энергии на хранение огромных объемов информации. Поэтому цифровые отходы это то, что связано с эмиссией оксида углерода, а также потреблением энергии инфраструктурой, такой как облачные хранилища Microsoft, Google и Amazon. Если следовать этому определению, то в настоящий момент цифровые технологии «ответственны» за выброс около 4 % окиси углерода (от общего числа ежегодно), однако к 2025 году эта цифра может удвоиться. Сразу отметим, что приведенные показатели освещают только вопрос энергозатратности хранения данных. При этом не будем забывать, что существует еще функция их тестирования и использования. Так, например, тестирование одного алгоритма на основе искусственного интеллекта по энергозатратам и выбросам сопоставимо с периодом жизнедеятельности пяти авто.

Другой пример – из сферы применения технологии блокчейн. Уже вполне очевидно, что применение блокчейн вышло за рамки экономики и финансовых операций (рассматриваются варианты применения в образовании, сфере контрактов и страхования). Блокчейн это яркий пример инновации, связанной с хранением данных. Однако работоспособность и функционирование блокчейна забирает электроэнергию в масштабах небольшой европейской страны.

Подводя итоги, следует обозначить главное: многие явления, технологии и инновации, рассмотренные выше, относятся к сфере нового, малоизученного. Это относится и к технологии блокчейн, сфере искусственного интеллекта, облачным

хранилищам и т.п. Однако они уже уверенно вошли в пространство современного социума, и, судя по имеющимся данным, уже оказывают существенное влияние на современный этап трансформации ноосферы. Однако в связи с этим человечество пребывает в состоянии футурошока – неспособности своевременного реагирования на стремительность технологических и научных инноваций, что сказывается на состоянии социального и природного пространства. Поэтому данная тема заслуживает не просто пристального внимания, а применения междисциплинарного подхода при ее изучении. Важно подчеркнуть, что необходимо не просто очертить проблему, которую мы представили в виде триады: ноосфера – подрывные технологии – цифровой мусор, а проследить возможные тенденции и трансформации в указанной области.

Следующий закономерный вопрос: что должно быть предпринято в такой ситуации, когда объемы цифрового мусора растут и учитывая стремительность развития цифровых технологий, темпы этого процесса будут нарастать. На данный момент вариантов решения проблемы не так уж много. В числе основных стратегий: признание необходимости постоянного аудита облачных хранилищ с целью элиминации ненужных, устаревших и т.п. данных, а также активизация законодательных и политических инициатив в этой сфере. Здесь важно то, что ноосфера достигнув очередного высокого – «заоблачного» - уровня своего развития, продуцирует и ряд новых проблем, которые влияют на устойчивое развитие всего живого, и могут быть решены не только инженерно-технически, а путем активизации всех сфер – правовой, политической, социальной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гордина Л. С.* О современном понимании ноосферы / Л. С. Гордина // Россия: тенденции и перспективы развития : Ежегодник, Москва, 06–07 июня 2019 года / Институт научной информации по общественным наукам РАН, Отдел научного сотрудничества; Ответственный редактор В.И. Герасимов. – Москва: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2019. – С. 38-42.
2. *Марфенин Н.Н.* Устойчивое развитие человечества. – М.: Издательство Московского университета, 2006. — 624 с.
3. Фурс, С. П. Технологии искусственного интеллекта и общественные риски: проблема правового регулирования / С. П. Фурс // Высокотехнологичное право: генезис и перспективы : Материалы III Международной межвузовской научно-практической конференции, Москва-Красноярск, 24–25 февраля 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 294-299.
4. Подрывные технологические инновации: понятие, значение и онтология / И. В. Понкин, В. П. Куприяновский, С. Л. Морева, Д. И. Понкин //. – 2020. – Т. 8, № 8. – С. 60-68.
5. *Фурс С.П.* Функционирование алгоритмов как ключевой аспект распространения искусственного интеллекта в социуме / С. П. Фурс // Философские контексты современности: искусственный интеллект и интеллектуальная интуиция : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Ижевск, 25–26 февраля 2022 года / Отв. редактор Н.Б. Полякова, сост. А.А. Шамшуринов. – Ижевск: Издательский дом "Удмуртский университет", 2022. – С. 169-173.
6. *Cubitt S.* Introduction to Finite Media: Environmental Implications of Digital Media. Duke University Press, 2017. P.210.

УДК 614.842.4

В. В. Харин, Е. В. Бобринев, Е. Ю. Удавцова, А. А. Кондашов, О. С. Маторина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ
В КРУПНЫХ ПОЖАРАХ В ГОРОДАХ И СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2010-2021 ГОДАХ**

Аннотация: проведена сравнительная оценка уровней пожарной опасности объектов защиты разной категории в крупных пожарах в сельской местности Российской Федерации в 2010–2021 года.

Ключевые слова: крупный пожар, сельская местность, спасение, гибель, травматизм.

V. V. Harin, E. V. Bobrinev, E. Yu. Udavtsova, A. A. Kondashov, O. S. Matorina

**FIRE SAFETY OF PROTECTION FACILITIES IN LARGE FIRES
IN URBAN AND RURAL AREAS OF THE RUSSIAN FEDERATION IN 2010-2021**

Abstract: a comparative assessment of the levels of fire hazard of objects of protection of different categories in large fires in rural areas of the Russian Federation in 2010–2021 was carried out.

Keywords: major fire, countryside, rescue, death, injury.

Показано, что каждый пожарный риск можно рассматривать как функцию многих факторов, зависящих от деятельности людей, органов государственной власти, пожарно-спасательных подразделений, что дает возможность управлять пожарными рисками, изучать их динамику и прогнозирование. Также обосновано, что уровень пожарной опасности больше для сельских поселений, чем для городских [1–4], причем такие выводы можно сделать из нормативных документов, в частности, из статьи 76 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», регламентирующей размещение зданий пожарных депо на территориях населенных пунктов исходя из условия, что время прибытия первого подразделения к месту вызова в городских населенных пунктах не должно превышать 10 минут, в сельских населенных пунктах 20 минут.

В настоящей работе проведена сравнительная оценка уровней пожарной опасности объектов защиты разной категории в крупных пожарах в сельской местности Российской Федерации в 2010-2021 года на основе статистической информации о крупных пожарах [5].

К крупным пожарам отнесены следующие:

- 1) ущерб 3420 МРОТ (минимальный размер оплаты труда) и более;
- 2) групповая гибель 5 и более человек;
- 3) травмирование 10 и более человек;
- 4) количество привлекаемой пожарной техники более 10 единиц;
- 5) факт создания штаба пожаротушения.

Изучено распределение 30170 крупных пожаров в городах и 7306 в сельской местности Российской Федерации в 2010–2021 годах по различным видам объектов защиты.

Наибольшее количество крупных пожаров зафиксировано в жилом секторе (62 % в городах и 79 % в сельской местности). 25 % крупных пожаров в городах и 14 % в сельской местности приходятся на предприятия промышленности.

На рис. 1 приведены соотношения средней гибели людей в расчете на 100 пожаров в крупных пожарах в городах и сельской местности Российской Федерации в 2010–2021 годах по различным видам объектов защиты.

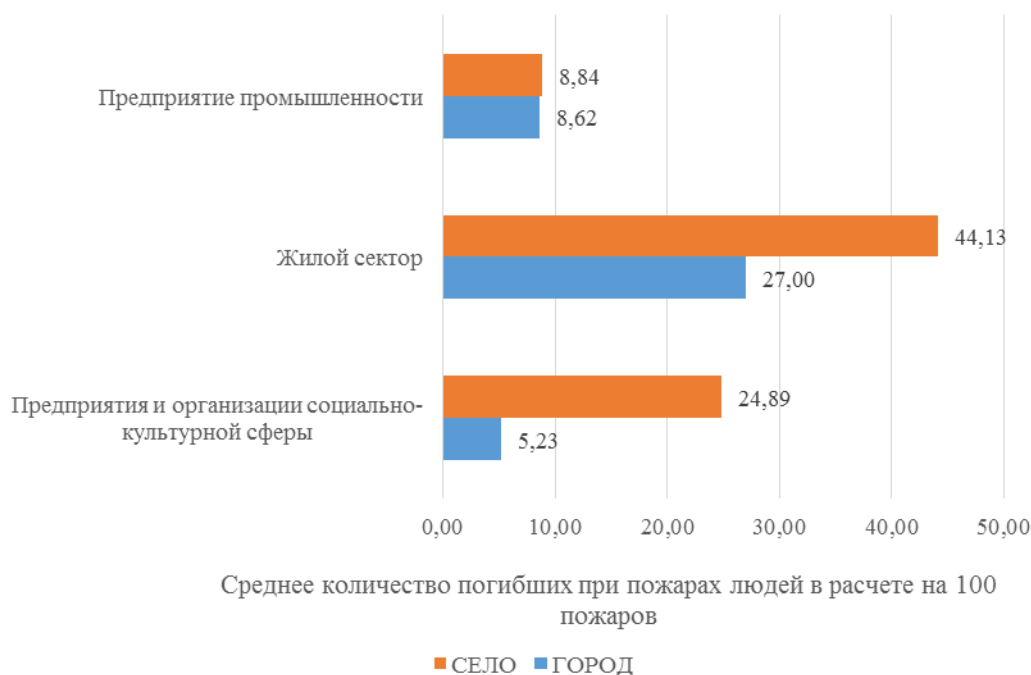


Рис. 1. Соотношения средней гибели людей в расчете на 100 пожаров в крупных пожарах в городах и сельской местности Российской Федерации в 2010-2021 годах по различным видам объектов защиты

Наибольшая гибель людей при пожарах зафиксирована в жилом секторе – 44 человека в расчете на 100 пожаров (аналогичный показатель для городов составил 27 человек в расчете на 100 пожаров). На объектах социально-культурной сферы в сельской местности погибло в крупных пожарах 25 человек в расчете на 100 пожаров (в городах – 5,2 человека в расчете на 100 пожаров). Однако, подобные сравнения не совсем правомерны, так как риск гибели на пожарах зависит от количества людей, находившихся на объекте во время пожара.

Кроме рисков гибели существуют и другие параметры оценки уровней пожарной опасности объектов защиты, такие как «соотношения доли спасенных при пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей [6], а также «соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества погибших и травмированных людей при пожарах» [7].

На рис. 2 приведены соотношения доли спасенных при крупных пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей в крупных пожарах в городах и сельской местности в 2010–2021 годах по различным видам объектов

защиты. Данный показатель оценивает вероятность спастись людям, оказавшимся в зоне воздействия опасных факторов пожара.

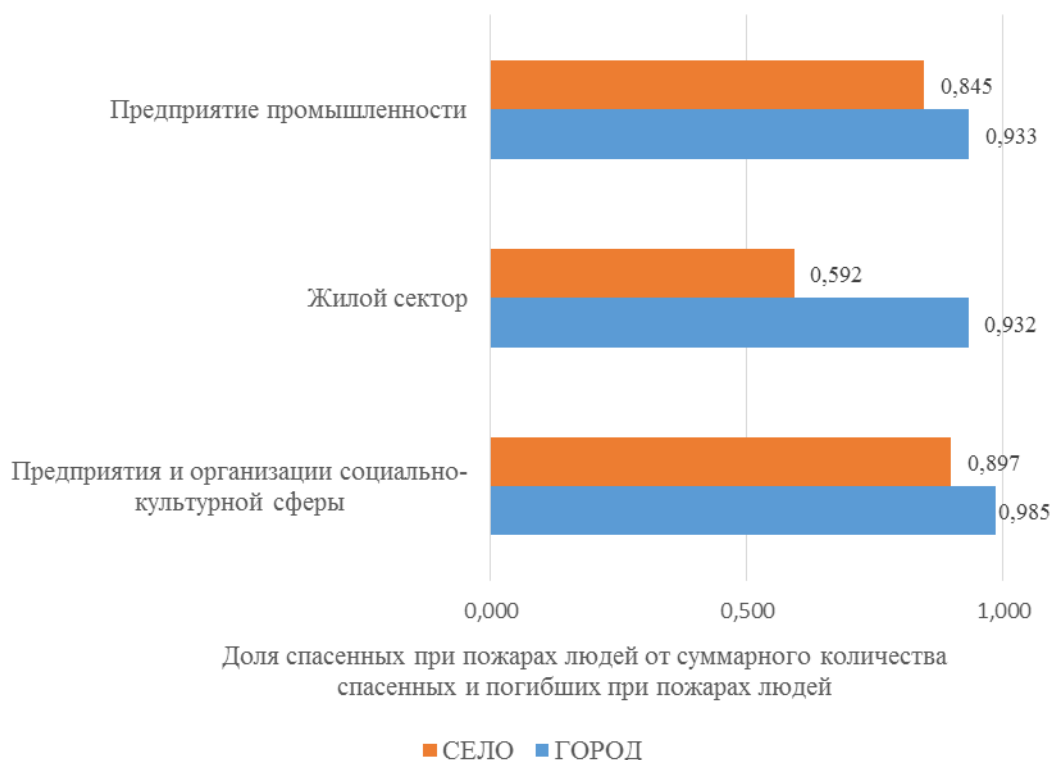


Рис. 2. Соотношения доли спасенных при крупных пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей в городах и сельской местности в 2010-2021 годах по различным видам объектов защиты

Самый низкий уровень пожарной опасности, оцененный по этому показателю, зафиксирован в жилом секторе – 59 % людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, удается спастись из горящего здания (аналогичный показатель для городов составил 93 %). В случае возникновения крупного пожара на предприятиях промышленности и объектах социально-культурной сферы в сельской местности спасаются 85–90 % людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара (аналогичный показатель для городов выше — 93–98 %).

На рис. 3 приведены соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества погибших и травмированных людей при пожарах в 2010–2021 годах в крупных пожарах в городах и сельской местности по различным видам объектов защиты.

Данный показатель оценивает вероятность выживания людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, приводящих к травме или гибели человека, и характеризует величину факторов пожарной опасности. Большие значения этого показателя могут свидетельствовать о низком уровне пожарной опасности – нанесенный вред здоровью не приводит к гибели пострадавших [7].

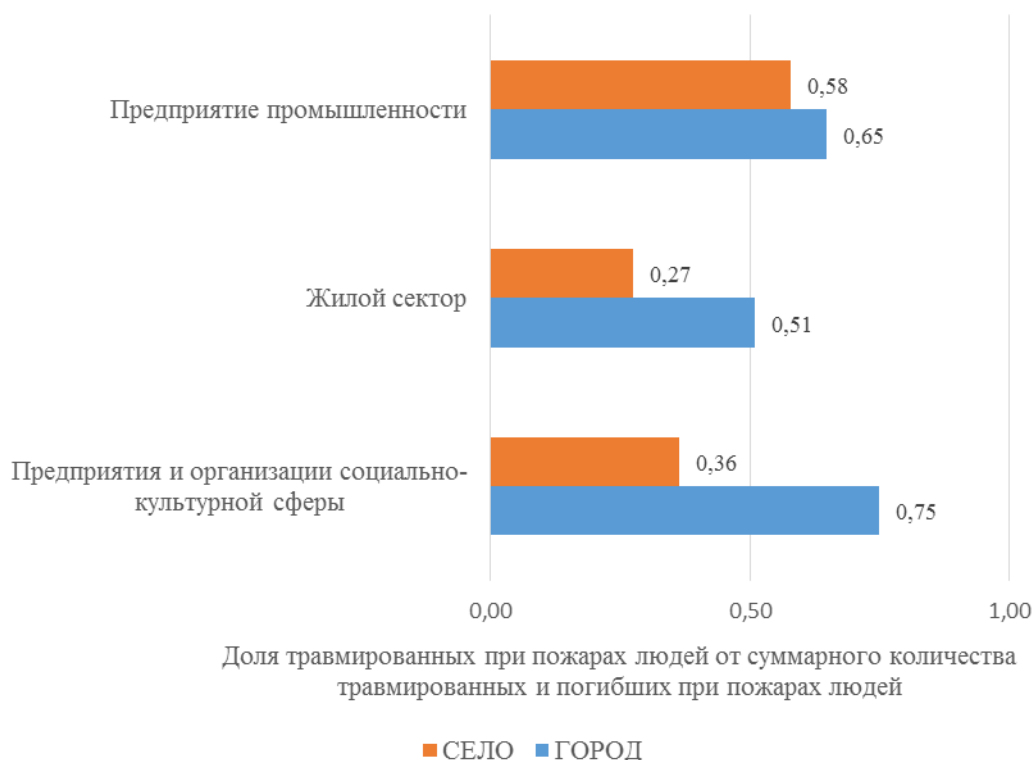


Рис. 3. Соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества погибших и травмированных людей при пожарах в городах и сельской местности в 2010–2021 годах по различным видам объектов защиты

Наименьшее значение анализируемый показатель получен на в жилом секторе – 27 % (аналогичный показатель для городов составил 51 %), на объектах социально-культурной сферы этот показатель на 9 % выше (36 %), в городах данный показатель принимает наибольшее значение — 75%. В сельской местности наибольшее значения анализируемый показатель принимает на предприятиях промышленности – 58 % (в городах – 65 %).

Причиной большинства крупных пожаров с гибелью людей и большим материальным ущербом является позднее обнаружение очага возникновения пожара, когда дежурный караул пожарной охраны уже не в состоянии пресечь дальнейшее развитие пожара. Для ликвидации пожаров на ранних стадиях требуется внедрение новых инженерно-технических технологий сверхраннего обнаружения пожароопасных ситуаций, развития научно обоснованных передовых технологий систем пожарной сигнализации и автоматики, в том числе беспроводных, а также организационно-правовые решения, в частности разработка нормативных документов по оснащению жилых домов современным противопожарным оборудованием, качественно защищающим жизнь людей, их имущество от пожаров и выравнивание нормативных требований по пожарной безопасности для городов и сельской местности Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А., Попков С.Ю.* Анализ обстановки с пожарами в городах и сельской местности субъектов Российской Федерации // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация.* 2008. № 3. С. 92–99.
2. *Соколов С.В., Белов В.А., Белов Р.А.* Анализ территориальных пожарных рисков в городах и сельских населенных пунктах Ярославской области // *Проблемы анализа риска.* 2011. № 3, т. 8. С. 42–45.
3. *Порошин А.А., Харин В.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю.* Факторы риска гибели и травматизма людей на пожарах в сельских поселениях // *Пожарная безопасность.* 2018. № 4. С. 102–107.
4. *Порошин А.А., Харин В.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А.* Изучение факторов, влияющих на формирование обстановки с пожарами в сельских поселениях субъектов Российской Федерации с использованием факторного анализа // *Безопасность техногенных и природных систем.* 2018. № 1–2. С. 69–85.
5. Приказ МЧС России от 24.12.2018 № 625 «О формировании электронных баз данных учета пожаров и их последствий». [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/552366056> (дата обращения: 06.02.2023).
6. *Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Порошин А.А., Харин В.В.* Количество спасенных при пожарах как индикатор функционирования пожарной охраны. // *Сборник материалов XXXI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности».* Москва, 2019. С. 474–476.
7. *Харин В.В., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Шавырина Т.А.* Оценка уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений) с учетом класса функциональной пожарной опасности за 2017–2020 годы. // *Безопасность техногенных и природных систем.* 2022. № 2. С. 43–48.

УДК 355.218

Ш. Р. Юлтыев

Академия гражданской защиты МЧС России

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ МОБИЛИЗАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ

Аннотация: в статье поднимается актуальный вопрос использования современных информационных технологий для решения задач мобилизационной подготовки. Проведенный анализ показал примеры использования нейросетевых математических моделей в различных коммерческих проектах. Сформулированы ограничения современных моделей искусственного интеллекта и представлен универсальный алгоритм решения информационных мобилизационных задач. Разработанная схема алгоритма систематизирует последовательность действий по подбору оптимальной конфигурации искусственной нейронной сети. К основным перспективным задачам,

решаемым с помощью нечеткой логики, отнесены методы подбора людских ресурсов, способы определения мотивации у лиц, призываемых на службу и оптимизация распределения мобилизационного задания.

Ключевые слова: гражданская оборона, мобилизационные людские ресурсы, искусственный интеллект, мобилизации.

Sh. R. Ulyev

INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOLVING APPLIED PROBLEMS OF MOBILIZATION TRAINING

Abstract: the article raises the topical issue of using modern information technologies to solve the problems of mobilization training. The analysis carried out showed examples of the use of neural network mathematical models in various commercial projects. The limitations of modern models of artificial intelligence are formulated and a universal algorithm for solving information mobilization problems is presented. The developed algorithm scheme systematizes the sequence of actions for selecting the optimal configuration of an artificial neural network. The main promising tasks solved with the help of fuzzy logic include methods for selecting human resources, methods for determining the motivation of persons called up for service, and optimizing the distribution of a mobilization task.

Keywords: civil defense; mobilization human resources; artificial intelligence, mobilization.

Введение. Информационные технологии на современном этапе технологического развития позволяют эффективно распределять материальные ресурсы и приносить ощутимую пользу во всех областях народного хозяйства [1]. Рассмотрим возможности применения искусственного интеллекта в целях совершенствования мобилизационной работы в Российской Федерации [2].

Текущее развитие интеллектуальных алгоритмов решения прикладных задач позволяет применять подход компоновки [3]. В практической плоскости решения прикладных задач осуществляется на универсальных базах открытого доступа [4]. Фундаментальные основы искусственного интеллекта опираются на высокоуровневый математический аппарат [5]. На текущем уровне развития математического инструмента нейронные сети komponуются из имеющихся баз.

Развитие искусственного интеллекта отрасль с высокой конкуренцией. Данная среда является новым шагом в автоматизации процесса, что в свою очередь имеет высокий коммерческий потенциал. Основной перспективой развития внедрения искусственного интеллекта является возможность решения нелинейных задач, возможность интеллектуальных алгоритмов действий человека [6].

Изложение основного материала исследования. Успешными внедренными проектами можно считать подбор рекомендованных товаров на маркетплейсах, подбор рекламы, распознавание речи, прогнозирование индексов биржи и много другое. Массовое применение искусственного интеллекта направленно на решение локальных задач в коммерческих продуктах и технологических решениях. При этом установлены рамки обучающей выборки и методов математической обработки, которые обеспечивают строго прогнозируемый результат. Разработанные модели узко специализированы и настроены на отдельные задачи. Изучение возможности создания искусственных нейронных сетей аналогичных человеческому мозгу ведется, но находится на ранних этапах формирования математического инструментария. На примере конкретной задачи определения формы предмета задача решается, а создание

единой программы объединяющей все вариации возможных задач пока не выполнимо. В практической плоскости используется термин «искусственный интеллект». На современном этапе развития инструментарий позволяет решать нелинейные задачи, но название интеллекта пока не позволяет проводить прямые аналогии с человеческими возможностями. Искусственные интеллектуальные решения не являются в полном смысле интеллектом. Разработанные решения работают на конкретную задачу или несколько задач [7]. Универсальный алгоритм решения мобилизационной задачи с помощью искусственных нейронных сетей представлен на рис. 1.

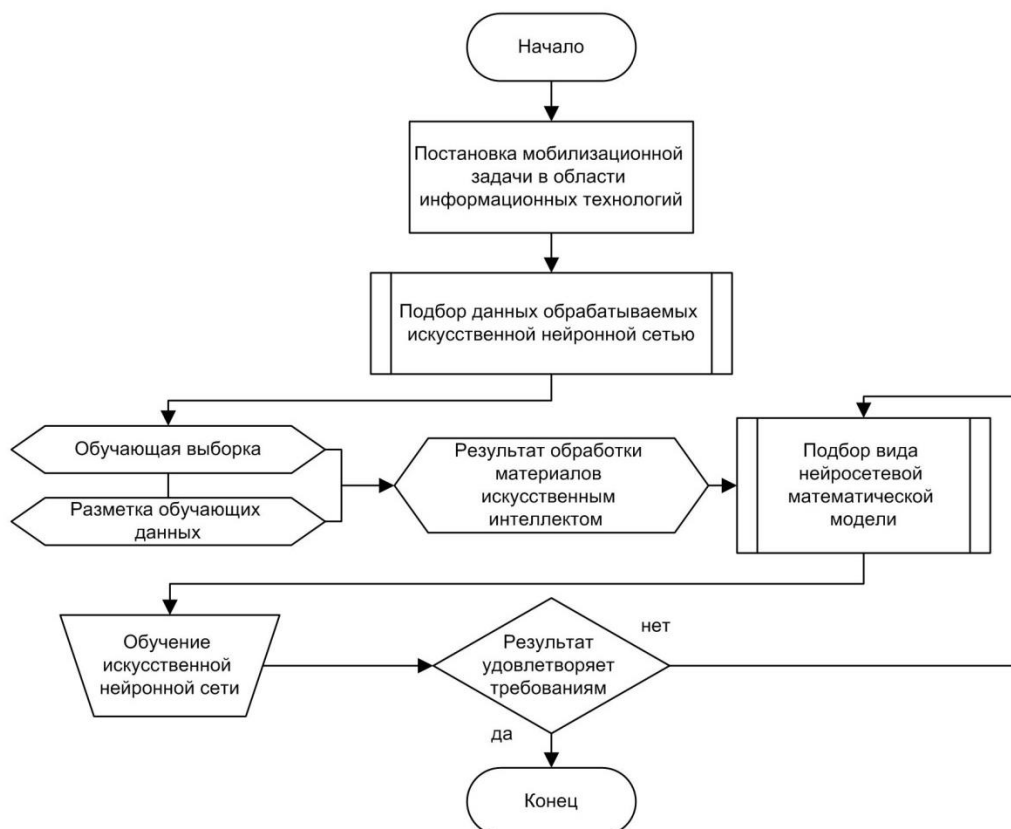


Рис. 1. Универсальный алгоритм решения мобилизационных задач

В исследовании разработана схема алгоритма позволяющая формализовать информационную задачу и подобрать конфигурацию искусственной нейронной сети для ее решения [8, 9]. Определяющим действием в определении возможности использования современных нейросетевых технологий является постановка мобилизационной задачи в области информационных технологий [10]. По результатам литературного обзора, представленным выше, искусственный интеллект работает с помощью четко определенных входных и выходных данных. Из этого следует следующая операция в алгоритме обозначенная значком предопределённого процесса. Входные данные, обрабатываемые программой, могут быть максимально разнообразны: фото, видео, текст, звуки, программный код и другие. Общим условием является необходимость представления информации в двоичной системе исчисления. В некоторых случаях допустима интерпретация ощущений человеком процесса или события в цифровой формат. Следующий символ в алгоритме – подготовка обучающей выборки и ее разметка. В самом широком смысле на этом

этапе человек обучает программу, какой признак необходимо определять в поступающей информации.

Для этого могут быть использованы библиотеки машинного зрения и другие инструменты, автоматизирующие процесс подготовки исходной информации. Далее выполняется процесс обработки материалов искусственным интеллектом для целей тестирования и определения возможности нахождения закономерностей в представленных данных.

Современные искусственные нейронные сети представлены большим количеством различных видов, отличающихся особенностями математического аппарата. Для целей автоматизации мобилизационной подготовки них можно выделить рекуррентные и сверточные нейронные сети [11]. В разработанной схеме после обучения сети происходит сопоставление с целями требований и в случае их не удовлетворения повторяется подбор сетей.

В мобилизационной подготовке может быть ряд задач требующих нечеткой логики в области информационных технологий, вот некоторые из них:

подбор мобилизационных людских ресурсов для создания специальных формирований гражданской обороны;

подбор лиц с высокой мотивацией призываемых на военную службу в период частичной мобилизации;

составление градации лиц, стоящих в мобилизационном резерве по степени мотивации принятия участия в специальной военной операции;

автоматизация процесса сбора информации по лицам, подлежащим призыву из запаса из различных баз данных;

распределение мобилизационного задания между военкоматами на основе имеющегося ресурса качества мобилизационного резерва.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. В представленных задачах кроме факторов прямого ранжирования, таких как квалификация, представлена сравнительная степень желания служить. Использован термин высокая или низкая мотивация [12]. Однако в человеческой жизни данный вопрос не бинарный. Даже два гражданина не желающие выполняют свой воинский долг, по-разному воспринимают свое внутреннее ощущение и возможно определить, кто из отказников сопротивляется меньше. Мобилизационный людской ресурс в Российской Федерации составляет 25 миллионов человек. В рамках частичной мобилизации было привлечено порядка 1,1 % от общего ресурса. Применительно к искусственному интеллекту существует возможность провести предварительную оценку кандидатов без вызова в военкомат и проведения бесед, это экономит время, ресурс и повышает качество работ.

Из представленного краткого перечня задач автоматизируемых с помощью нейросетевых технологий можно сделать вывод, что использование таких систем приведет к повышению качества подбора мобилизационных ресурсов, сокращению сроков проведения работ по подбору кандидатов и как следствие увеличения боевой готовности страны и сил гражданской обороны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Массель Л.В.* Современный этап развития искусственного интеллекта (ИИ) и применение методов и систем ИИ в энергетике / Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2021. – № 4 (24). – С. 5-20.

2. Маликов В.И., Марговенко О.Б., Хайрутдинов Ш.В. Вклад института специальной подготовки в укрепление мобилизационной готовности России / В.И. Маликов, О.Б. Марговенко, Ш.В. Хайрутдинов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2015. – № 4 (27). – С. 11-23.11.

3. Королев Д.С., Вытовтов А.В. Анализ эффективности работы системы пожарной безопасности на основе цифрового двойника объекта защиты / Проблемы управления рисками в техносфере. – 2022. – № 2 (62). – С. 42-51.

4. Панченков В.В., Мазаник А.И., Усолов Е.В. Методика определения численности личного состава специальных формирований гражданской обороны с учетом объема задач, выполняемых в военное время / В.В. Панченков, А.И. Мазаник, Е.В. Усолов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 2 (53). – С. 3-11.

5. Логинов Е. Л., Грабчак Е. П., Шкута А. А. Использование нейротехнологий для достижения персонализированных информационно-когнитивных результатов при решении коллективами специалистов сложных научно-технических задач // Искусственные общества. – 2020. – Т. 15. – №. 2. – С. 9.

6. Korolev D.S., Vytovtov A.V., Kargashilov D.V., Odnolko A.A., Denisov M.S. Mathematical simulation of the forecasting process of the fire hazard properties of substances / D.S. Korolev, A.V. Vytovtov, D.V. Kargashilov, A.A. Odnolko, M.S. Denisov // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, – 2020. – С. 52025.

7. Мобилизационная подготовка исполнительных органов государственной власти: специальный учебник / Ю. Л. Колесников [и др.] ; под общ. ред. А. В. Иванова. – СПб.: ФГАОУ ВО «СПбПУ», 2017. – 242 с.

8. Морозов В.В., Никулин Н.А., Юлтыев Ш.Р. Обоснование выбора прикладного программного обеспечения для ведения воинского учета и бронирования граждан, пребывающих в запасе, работающих в системе МЧС России / ГосРег: государственное регулирование общественных отношений. – 2020. – № 2 (32). – С. 178-184.

9. Панченков В.В., Мазаник А.И., Веселов А.В., Полевой В.Г. Формализованная постановка задачи обоснования рациональных параметров программы подготовки специальных формирований гражданской обороны / Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 4 (47). – С. 3-11.

10. Кондратьев Е.Б., Полевой В.Г., Мазаник А.И., Малека Ю.Н. Комплексная методика обоснования рационального плана комплектования подразделений специального формирования гражданской обороны мобилизационными людскими ресурсами / Е.Б. Кондратьев, В.Г. Полевой, А.И. Мазаник, Ю.Н. Малека // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 2 (53). – С. 12-20.

11. Юлтыев Ш.Р. Рекуррентные нейронные сети в планировании мобилизационных ресурсов / В сборнике: Студент-Наука. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж, – 2022. – С. 146-148.

12. Юлтыев Ш.Р. Резервирование людских ресурсов для дезактивации в зоне радиационных аварий в условиях частичной мобилизации / Ш.Р. Юлтыев // В сборнике: Студент-Наука. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж, – 2022. – С. 47-48.

УДК: 355.218

Ш. Р. Юлтыев

Академия гражданской защиты МЧС России

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕЗЕРВИРОВАНИИ МОБИЛИЗАЦИОННЫХ ЛЮДСКИХ РЕСУРСОВ

Аннотация: в статье представлены подходы формирования значительных людских ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время. Представлены функционирующие подходы накопления, сосредоточения и перераспределения граждан, имеющих необходимую квалификацию в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Описаны порядок их резервирования и формирования пожарно-спасательного гарнизона.

Ключевые слова: мобилизация, резервирование, чрезвычайная ситуация, мобилизационные людские ресурсы.

Sh. R. Ulytev

INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOLVING APPLIED PROBLEMS OF MOBILIZATION TRAINING

Abstract: the article presents approaches to the formation of significant human resources for the elimination of emergency situations in peacetime and wartime. Functioning approaches to the accumulation, concentration and redistribution of citizens with the necessary qualifications in the short and medium term are presented. The procedure for their reservation and the formation of a fire and rescue garrison are described.

Keywords: mobilization, reservation, emergency, mobilization human resources.

Введение. Проведенный анализ опыта проведения мобилизации в России и за рубежом показал высокую значимость качества распределения людских резервов [1]. Были выявлены случаи массового перераспределения лиц с фронта в связи с уникальной квалификацией лиц проходящих службу [2]. На современном этапе развития и распространения информационных технологий вычислительные мощности позволяют обрабатывать картотеку полного мобилизационного людского ресурса Российской Федерации [3]. По последним данным он составляет более 25 миллионов человек. Формально обработкой базы данных с таким количеством строк может справиться персональный компьютер или смартфон [4]. Единой базы данных по лицам подлежащим мобилизации не существует. При этом количество персональных данных каждого гражданина можно представить в виде минимальной и расширенной информации. Для принятия качественных управленческих решений необходимо учитывать большое количество данных о каждом потенциальном кандидате на призыв. Опыт частичной мобилизации показал, что системы документооборота, используемые в военкоматах, частично устарели, не интегрированы в имеющиеся базы данных государственных ведомств и единую платформу государственных услуг.

Изложение основного материала исследования. На примере частичной мобилизации можно разобрать технологические подходы позволяющие увеличить качество подбора кандидатов на основе широкого круга оцениваемых критериев [5]. В соответствии с действующим законодательством понятие мобилизационного людского резерва появилось с 2015 года. Сюда входят граждане, имеющие действующий контракт с Министерством обороны и регулярно участвующие в проведении специальных сборов. Данная категория лиц максимально мотивирована и самостоятельно возложила на себя ответственность по выполнению государственного задания в случае необходимости. Им не вручают повестки, они самостоятельно прибывают в случае необходимости. Опыт ликвидации последствий вооруженных конфликтов показал потребность в большом количестве человеческих ресурсов.

В исследовании разработан порядок привлечения дополнительных квалифицированных ресурсов из мобилизационного резерва для проведения спасательных работ, в том числе дезактивации территории (рисунок).

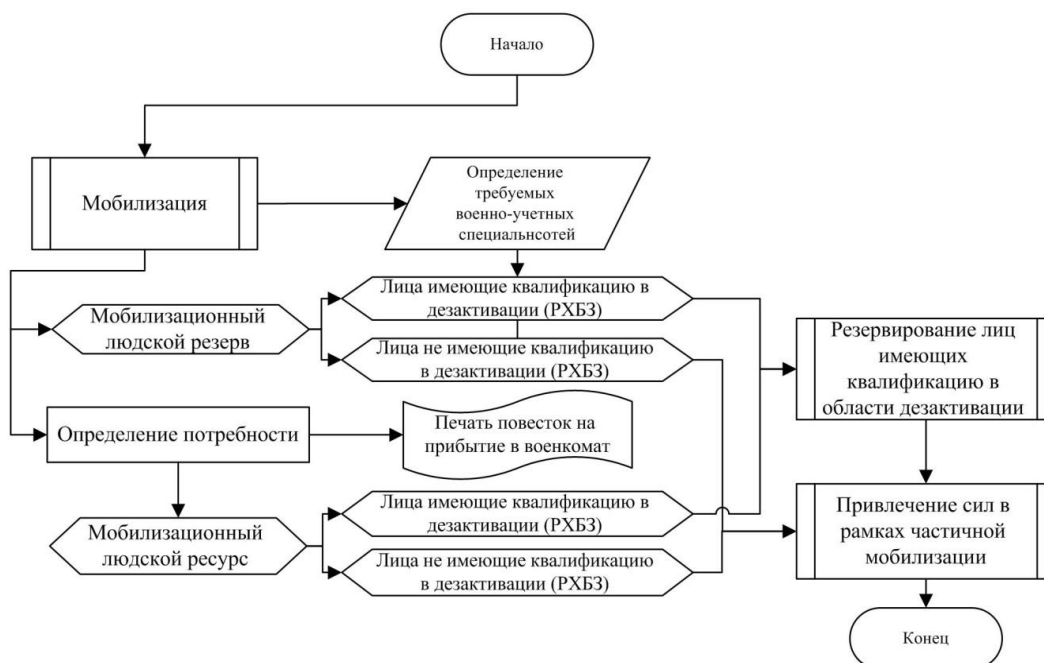


Рисунок. Алгоритм резервирования лиц квалифицированных в проведении дезактивации в зоне радиационных аварий

При рассмотрении мобилизационного людского резерва необходимо отметить различный уровень квалификации каждого человека и его военно-учетную специальность [6]. В разработанной схеме алгоритма при объявлении мобилизации к выполнению боевых действий привлекаются лица соизмеримо с их профессиональными навыками. В общем виде предложено резервировать лиц имеющих специальные знания в области дегазации и дезактивации в качестве резерва для ликвидации техногенных катастроф [7].

Резервированию могут подлежать граждане имеющие следующие военно-учетные специальности: 10201; 10203; 187 182 191 893. Общий подход математического моделирования автоматизирующего процесс определяет степень соответствия критериям [8]. В представленном алгоритме резервированию подлежат граждане имеющую специализацию в области РХБЗ. При этом исключительно

военно-учетная специальность не может быть одним фактором для выбора кандидата. Прохождение обучения во время срочной службы после нескольких лет работы по гражданской специальности резко понижают способность должностного лица эффективно выполнять задачи по предназначению [9]. Комплексно рассматривая вопрос квалификации необходимо учитывать базовое образование, опыт работы и специфику текущей трудовой деятельности. Эти вопросы значительно выходят за пределы полномочий работников военкоматов. Применение комплексных информационных систем открывает перспективы подбора кандидатов для оптимального решения поставленных задач. При этом необходимо проведение анализа большого количества информации из разных источников. Математический аппарат для решения такой задачи может быть представлен искусственными нейронными сетями со строго регламентированными начальными значениями входных данных [10, 11]. Алгоритмы нечеткой логики позволяют систематизировать большие данные на предмет получения конкретных высокоуровневых прогнозов и управленческих решений [12].

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Выводом можно считать необходимость создания комплексных информационных решений обеспечивающих планирование и резервирование мобилизационного людского ресурса. Частный вывод заключается в необходимости введения в территориальных военкоматах специализированного мобилизационного резерва квалифицированного к проведению дезактивации и постоянно отрабатывающего в рамках учений задачи по ликвидации ЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мобилизационная подготовка исполнительных органов государственной власти: специальный учебник / Ю. Л. Колесников [и др.] ; под общ. ред. А. В. Иванова. – СПб.: ФГАОУ ВО «СПбПУ», 2017. – 242 с.
2. Маликов В.И., Марговенко О.Б., Хайрутдинов Ш.В. Вклад института специальной подготовки в укрепление мобилизационной готовности России / В.И. Маликов, О.Б. Марговенко, Ш.В. Хайрутдинов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2015. – № 4 (27). – С. 11-23.
3. *Массель Л.В.* Современный этап развития искусственного интеллекта (ИИ) и применение методов и систем ИИ в энергетике / Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2021. – № 4 (24). – С. 5-20.
4. *Королев Д.С., Вытовтов А.В.* Анализ эффективности работы системы пожарной безопасности на основе цифрового двойника объекта защиты / Проблемы управления рисками в техносфере. – 2022. – № 2 (62). – С. 42-51.
5. *Юлтыев Ш.Р.* Резервирование людских ресурсов для дезактивации в зоне радиационных аварий в условиях частичной мобилизации / Ш.Р. Юлтыев // В сборнике: Студент-Наука. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж, – 2022. – С. 47-48.
6. *Панченков В.В., Мазаник А.И., Усолов Е.В.* Методика определения численности личного состава специальных формирований гражданской обороны с учетом объема задач, выполняемых в военное время / В.В. Панченков, А.И. Мазаник, Е.В. Усолов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 2 (53). – С. 3-11.

7. Морозов В.В., Никулин Н.А., Юлтыев Ш.Р. Обоснование выбора прикладного программного обеспечения для ведения воинского учета и бронирования граждан, пребывающих в запасе, работающих в системе МЧС России / ГосРег: государственное регулирование общественных отношений. – 2020. – № 2 (32). – С. 178-184.

8. Панченков В.В., Мазаник А.И., Веселов А.В., Полевой В.Г. Формализованная постановка задачи обоснования рациональных параметров программы подготовки специальных формирований гражданской обороны / Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 4 (47). – С. 3-11.

9. Кондратьев Е.Б., Полевой В.Г., Мазаник А.И., Малека Ю.Н. Комплексная методика обоснования рационального плана комплектования подразделений специального формирования гражданской обороны мобилизационными людскими ресурсами / Е.Б. Кондратьев, В.Г. Полевой, А.И. Мазаник, Ю.Н. Малека // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 2 (53). – С. 12-20.

10. Korolev D.S., Vytovtov A.V., Kargashilov D.V., Odnolko A.A., Denisov M.S. Mathematical simulation of the forecasting process of the fire hazard properties of substances / D.S. Korolev, A.V. Vytovtov, D.V. Kargashilov, A.A. Odnolko, M.S. Denisov // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, – 2020. – С. 52025.

11. Логинов Е. Л., Грабчак Е. П., Шкута А. А. Использование нейротехнологий для достижения персонализированных информационно-когнитивных результатов при решении коллективами специалистов сложных научно-технических задач // Искусственные общества. – 2020. – Т. 15. – №. 2. – С. 9.

12. Юлтыев Ш.Р. Рекуррентные нейронные сети в планировании мобилизационных ресурсов / В сборнике: Студент-Наука. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж, – 2022. – С. 146-148.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ И ХИМИИ

<i>Алексеев Е. А., Лабутин А. Н.</i> Аналогово-цифровая система управления реактором дополимеризатором.....	3
<i>Байдина Д. О., Лебедев А. С.</i> Разработка методики количественного анализа содержания парабенов в косметике методом ОФ-ВЭЖХ.....	8
<i>Белякова А. А., Лебедев А. С.</i> Обнаружение типов фальсификации эфирного масла лимона методом ИК-спектроскопии	11
<i>Бондаренко Л. И., Метелева О. В., Иматишова Ш. Ш.</i> Применение полимерного композита для соединения разнородных материалов	16
<i>Вахнина Т. Н., Сусоева И. В., Зайцев А. В., Егоров В. С.</i> Исследование особенностей горючести термически тонких древесных плит	20
<i>Вирзум Л. В., Крылов Е. Н.</i> Син- и анти-конформеры ядернозамещенных сульфанилидов: квантово-химическая структура и относительная стабилизация	24
<i>Духова Ю. С., Гришина Е. П.</i> Антикоррозионные керамические покрытия на основе наноструктурированного диоксида титана.....	29
<i>Исаев В. Н.</i> Термические сопротивления стальных и эмалированных емкостных реакторов с гладкой рубашкой	33
<i>Ковалев М. В., Фролова М. А., Олихова Ю. В., Горбунова И. Ю., Бурмицкий М.С.</i> Влияние бутадиенового каучука на морфологию и свойства эпоксидной композиции	38
<i>Комарова Т. А., Давыдов Д. А., Майорова А. В., Дробот С. П., Гвоздев А. А.</i> Способы повышения стойкости режущего инструмента	42
<i>Коршунова Е. Д., Панова В. А., Волобуева А. С., Шетнев А. А.</i> Синтез и противоэнтеровирусная активность гетарилзамещенных п-сульфонамидобензойных кислот	44
<i>Краснов А. А., Семенова К. В., Пашкова Т. В., Петров А. Н., Караваев В. И.</i> О классификации и о кинематике механизмов пожарных грунтометателей.....	47
<i>Кузнецов М. В., Пашкова А. А.</i> Новые технологические подходы к производству технических масел и топлив для нужд МЧС России на основе процессов гидрирования	50
<i>Кузьменко Е. Д.</i> Исследование свойств двойной и тройной керамики на основе карбонитрида циркония, полученной методом горячего прессования	52
<i>Кулик Е. В., Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е.</i> Воспламеняемость отделочных текстильных материалов от кальянных углей.....	55
<i>Курочкина Е. Ю., Таратанов Н. А., Калашиников Д. В.</i> Исследование степени разрушения пескоцементных изделий	59

Липин А. А., Липин А. Г., Тихомирова А. А. Капсулирование перкарбоната натрия в водорастворимые оболочки.....	64
Максимова М. А., Павлов А. С., Калашников Д. В., Емелин В. Ю. Оценка степени термодеструкции деревянных конструкций через измерение глубины обугливания ..	68
Малаховский С. С., Костромина Н. В., Олихова Ю. В., Горбунова И. Ю. Полимерные композиты с пониженной пожарной опасностью для производства строительных материалов	72
Минкин Д. А., Власов С. А. Моделирование процессов теплообмена в проточных подогревателях для жидкостей и газов	76
Морозова К. И., Лебедев А. С. Обнаружение субстандартного сливочного масла методом БИК-спектроскопии при использовании хемометрической обработки данных	81
Мурин Д. Б., Чесноков И. А., Гоголев И. А., Граждан А. Ю., Пивоваренок С. А., Ефремов А. М. Электрофизические характеристики тлеющего разряда постоянного тока бинарных смесей CF_4/X ($X = N_2, O_2, H_2$).....	86
Осипова Л. С., Лебедев А. С. Разработка методики обнаружения субстандартного сахара-песка методом ИК-спектроскопии ближнего диапазона с применением хемометрического анализа	91
Ощенко И. И., Смирнов С. А. Моделирование физико-химических процессов в подводном разряде переменного тока.....	96
Пашкова Т. В., Александров А. И. Спектральные исследования пленок Ленгмюра-Блоджетт на основе мезогенного комплекса диспрозия с додецилсульфатными противоионами	100
Пашкова Т. В., Александров А. И. Влияние условий формирования монослоев на основе мезогенного комплекса тербия с додецилсульфатными противоионами на степень совершенства пленок Ленгмюра-Блоджетт.....	105
Пузач С. В., Маламут О. Ю. Обоснование мероприятий по защите жилых домов от воздействия лучистого теплового потока от фронта лесного пожара	110
Розов А. Г., Холодкова Н. В., Холодков И. В. К вопросу о выборе оптимального состава травителя при проведении химического фрезерования	114
Рябиков А. А., Натарева С. В., Фролова Т. В. Ионнообменная очистка воды в аппарате с загрузкой целлюлозосодержащим сорбентом.....	118
Сажин И. И., Пospelов А. С., Шикова Т. Г., Смирнов С. А. Плазмохимическая модификация поверхности полимерных материалов для регулирования их биологических свойств	123
Семенова К. В., Тихонов А. И., Фадеева М. С., Тихомиров Д. М., Розин В. Е. Применение принципов теории подобия при моделировании процессов в сложных технических системах на основе теории цепей.....	128
Семенов А. Ю., Натарева С. В., Сырбу С. А. Очистка воды от ионов тяжелых металлов в аппарате с механически сжатым слоем ионита.....	134
Ситанов Д. В. Газовый разряд в хлоре как источник формирования химически активной среды	138

Сосина М. Е., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Исследование декоративных тканей на способность к возгоранию при воздействии источников зажигания малой мощности.....	143
Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Копоть как объект спектральных исследований при установлении обстоятельств пожаров на автотранспорте.....	146
Строкин К. Б., Гальцев А. А., Коновалова В. С., Промзелева Е. С. Интенсивность протекания массообменных процессов при коррозии гидрофобизированных бетонов в условиях воздействия грибковых микроорганизмов.....	150
Тихонов А. Е., Новоселов И. Ю. Плазмохимический синтез нанопорошков оксидов редкоземельных элементов из водных нитратных растворов с добавлением органического компонента.....	155
Халиков Р. В., Бобырева Т. Н. Исследование процесса горения углеводородов для объемного пожаротушения	158
Холодков И. В., Холодкова Н. В., Смирнова И. М., Кудрякова В. П. Методические аспекты измерений пьезоэлектрических параметров полимерных пленок	161
Шибашов А. В. Изучение влияния низкочастотных ультразвуковых волн на природные примеси хлопкового волокна	166
Шикова Т. Г., Голубева А. Ю. Влияние обработки в плазме на адгезионные свойства арамидного волокна	171
Шикова Т. Г., Ратавина В. С. Модифицирование пленок пп и пэтф в плазме атмосферного и пониженного давления	178
Шуваева А. С. Формирования силикатных оболочек на поверхности гранул карбамида в тарельчатом грануляторе и аппарате кипящего слоя	185
Юсубов А. Ю., Снегирев Д. Г., Гессе Ж. Ф., Гришина Е. П., Лебедева Н. Ш. Проблемы при эксплуатации изделий из древесины, обработанной антипиренами ..	189

РАЗДЕЛ 2

БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ЧЕЛОВЕК

Аванесян Н. М., Агеева О. В., Куляёва Т. А. Обезвреживание жидких отходов производства плазмохимическим методом	193
Арсланов А. М., Копчёнов В. Н., Гончаренко В. С., Фирсов А. Г., Преображенская Е. С. Обстановка с чрезвычайными ситуациями биологосоциального характера на территории Российской Федерации	196
Бабич М. Е., Бабич Е. В. Влияние высокочастотных электромагнитных полей на организм человека	201
Блохнин И. Д., Барашков А. Ю., Сусоева И. В. Влияние факторов процесса производства на выбросы загрязняющих веществ	205
Бобырева Т. Н. Анализ методик определения размеров взрывоопасных зон при аварии в открытом пространстве	210
Букин С. Н., Вирзум Л. В., Шаповалова Т. А. Сульфамидные препараты и их действие на экологию	213

Ефимов А. Е., Бубнов А. Г., Овчинников Г. Д. Обоснование выбора систем очистки воздуха от формальдегида и муравьиной кислоты.....	216
Иванова М. В., Журавлева И. Б., Троценко Е. М., Василенко Т. В., Лошманов Р. С. Количественное газохроматографическое определение тиолов методом внутреннего стандарта	221
Каверин А. М., Блинов Д. И., Ситанов Д. В. Спектральный контроль металлов в составе биологических структур	226
Кебец А. П., Морозова О. Г., Кебец Н. М., Свиридов А. В. Сорбция ионов стронция гуминсодержащими сорбентами из водных растворов.....	229
Король В. В., Бабаназарова М., Даньшина Н. А., Кривченкова М. С. Состояние здоровья населения как один из основных критериев благополучия общества.....	234
Косырев П. Н. Перспективные направления разработки робототехнических комплексов в МЧС России для ведения радиационной, химической и биологической разведки.....	239
Кузнецов М. В., Агеева К. А., Сафонов А. В. Оценка наличия и состояния средств коллективной защиты населения в некоторых зарубежных странах с учётом современных угроз.....	245
Кузнецов М. В., Гецов А. А., Лукина С. М. Некоторые вопросы, связанные с необходимостью преодоления последствий радиационных загрязнений в Арктике .	248
Куликов С. В. Нормативно-правовое регулирование биологической безопасности в Российской Федерации	251
Лапин П. А., Елисеев Д. В., Копылов С. А., Пащикова В. А. Вероятные сценарии развития событий на ЗАО «Орёлмебель» в Орловской области.....	256
Лапин П. А., Король В. В., Даньшина Н. А. Состояние потенциально опасных объектов в Орловской области и принимаемые меры по уменьшению негативных последствий.....	261
Лузева Ю. С., Буймова С. А., Бубнов А. Г., Буймов С. Д. Проблемы качества родниковых вод как объектов окружающей природной среды	266
Марков Д. С. Пространственный анализ динамики подводного рельефа Валдайского озера Ивановской области.....	271
Моськин К. Д. Разработка системы мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций, вызванных паводками.....	276
Мынин-оол А. А. Предупреждение чрезвычайных ситуаций, вызванных засухами, опустыниванием территорий, деградацией почв и земель	280
Овчинников Г. Д., Буймова С. А., Бубнов А. Г., Буймов С. Д. Оценка безопасности паштетов печёночных, входящих в состав индивидуального рациона питания	283
Останчук Е. Е. Анализ влияния последствий чрезвычайных ситуаций, техногенного характера, в Арктической зоне Российской Федерации на экологию региона	288
Панченко С. Л., Толстов С. А. Применение водородного топлива в авиации как путь решения проблемы загрязнения окружающей среды.....	292
Преображенская Е. С., Загуменнова М. В., Фирсов А. Г., Надточий О. В. Нагрузка на инспекторский состав государственного пожарного надзора в 2022 году	295

Разиньков Д. Н. О гармонизации технологии использования побочных продуктов животноводства с природной средой.....	301
Талалаева Г. В., Втюрин Д. А. Фермерство в мегаполисах: актуальный вызов современного естествознания в условиях четвёртой промышленной революции.....	304
Талалаева Г. В., Кондратьева М. Л., Гуляев А. А. Экологические катастрофы нового типа: антропогенные сукцессии биогеоценозов вследствие транспортных аварий с разливом синтетических веществ.....	308
Удавцова Е. Ю., Бобринев Е. В., Кондашов А. А., Меретукова О. Г., Трещин Е. С. Оценка показателей безопасности в дорожно-транспортных происшествиях.....	312
Фирсов А. Г., Загуменнова М. В., Малёмина Е. Н., Матюшин Ю. А. Создание добровольной пожарной охраны на объектах защиты и пути ее дальнейшего совершенствования	315
Цветков А. С., Буймова С. А., Бубнов А. Г., Буймов С. Д. Питьевая вода из водозаборных колонок в г. Иваново.....	320
Цховребов Э. С. Меры по обращению с опасными отходами на предприятии в целях предупреждения чрезвычайных и аварийных ситуаций	324
Цховребов Э. С. Новое междисциплинарное направление «Экологическая безопасность и предупреждение чрезвычайных ситуаций с экологическими последствиями»	328
Юлтыев Ш. Р. Техногенное месторождение взрывоопасного газа, как источник чрезвычайной ситуации	332

РАЗДЕЛ 3

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Волкова Т. Г., Таланова И. О. Влияние функциональной грамотности школьников на результаты выполнения заданий егэ по химии	337
Волосач А. В. К вопросу применения новых нестандартных методов обучения в области расследования пожаров.....	341
Дорохова О. Е., Русских Е. А., Хонгорова О. В. К вопросу о формировании критического мышления у обучающихся образовательных организаций МЧС России	346
Киричек А. В., Ходикова Н. А. Особенности организации воспитательной работы и преподавания общенаучных и гуманитарных дисциплин в техническом вузе	350
Краснов А. А., Семенова К. В. Экология человеческого социума - мораль, нравственность и власть (терминология)	354
Кропотова Н. А., Легкова И. А. Исследование надпрофессиональных компетенций обучающихся пожарно-технического профиля	358
Кропотова Н. А., Легкова И. А. Надпрофессиональные компетенции обучающихся: сущность, значение, оценка	362
Лапин П. А. Рекомендации по организации школьной работы с целью обеспечения безопасности учащихся в городе Орле	367

Лосев К. В., Чекарев Л. В. Реализация интерактивных методов при обучении слушателей на курсах гражданской обороны мероприятиям по оказанию первой помощи	373
Лымарев В. Н., Дюнова Д. Н. Основы формирования структуры личностно - ориентированной личности военного специалиста в вузах Росгвардии	377
Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е. Методика проведения лабораторных работ с использованием дистанционных образовательных технологий	381
Олтян И. Ю., Цховребов Э. С. Развитие системы экологического образования, повышения квалификации кадров в области обеспечения экологической безопасности, предупреждения чрезвычайных ситуаций	384
Савин Д. В., Ниткин А. Н., Чумаков Е. С., Кичайкин В. В., Винокуров М. В., Белов Д. С. Информационное обеспечение населения при экстремальных ситуациях	389
Стрежнев Н. А., Марков Д. С. Методические условия проведения учебных экскурсий на озерно-болотные ландшафты в условиях реализации ФГОС	392
Таратанова А. В., Таратанов Н. А. Важность функциональной грамотности в современном образовании	396
Фадеев Р. Н., Огурцова Е. Ю. Пути решения проблемы психологического благополучия детей на занятиях по робототехнике	399
Халимов И. Х., Романова Е. Ю., Васильев Г. Н., Егорова Т. Н., Селезнев А. В. Подтверждение соответствия продукции установленным требованиям, подготовка экспертов-аудиторов	402
Ходикова Н. А., Киричек А. В. О философских основаниях преподавания естественнонаучных дисциплин	406
Цховребов Э. С., Томилин В. Ф. Формирование комплекса социо-экологических исследований в области предупреждения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций	409
Чекарев Л. В., Лосев К. В. Психологическая устойчивость, как важная составляющая безопасности жизнедеятельности в образовательном процессе	414

РАЗДЕЛ 4

ИНФОРМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Алешин Д. Б., Новоселов Д. И., Куришанов Ю. В. Анализ информации по развитию систем и средств обнаружения и засечки ядерных взрывов	419
Ваганова Е. С., Горбачев И. В. Разработка онтологии для обучения технического персонала приемной комиссии	423
Велисевич К. В., Есина М. Г. Финансовая грамотность населения Российской Федерации	426

Грачёва Е. Н., Есина М. Г. Сокращение численности населения в малых городах и посёлках России на примере посёлка Палех	430
Драбенко В. А., Лобанова В. А., Капральный Ю. В. Влияние правительства на развитие электронной коммерции в России	433
Егорова Н. И., Трубилко А. И., Медведева Л. В. Применение среды MS EXCEL для визуализации физических приборов и изучения алгоритма расчета погрешностей...	437
Ермилов А. В. Особенности построения гистограммы распределения скорости следования дежурного караула к месту вызова	442
Ермилов А. В., Кузнецов А. В., Кузнецов И. А., Катин Д. С. Программное обеспечение для определения бесперебойной подачи огнетушащих веществ к месту пожара.....	445
Жалбу А. А. Опыт информирования о мерах пожарной безопасности на территории Варнавинского муниципального района Нижегородской области	450
Иванов В. Д., Иванова М. В. Моделирование исследуемой реальности в виртуальных лабораториях.....	454
Кайбичев И. А. Применение индикатора PRICE CHANNEL при анализе обстановки с пожарами в Ивановской области	458
Леонова Е. М., Леонова А. Н. Модель системы оповещения населения.....	462
Леонова Е. М., Леонова А. Н. О действующих системах информирования и оповещения населения.....	465
Марков А. Г., Чудотворова К. М., Зюзина А. А. Перспективы развития средств контроля статистической электризации.....	469
Маштаков В. А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Кондашов А. А., Рюмина С. И. Использование пиротехнической группы в составе специализированных пожарно-спасательных частей	472
Моркин С. А., Ключников С. В. Построение графиков функций, заданных параметрически, в среде GEOGEBRA	477
Невиницын В. Ю., Лабутин А. Н., Хабибулин Н. М. Аналитический синтез нелинейных алгоритмов управления емкостным аппаратом смещения	481
Невиницын В. Ю., Хабибулин Н. М. Симулятор системы диспетчерского контроля и управления технологическим объектом	485
Олухов Н. В. Значение социальных сетей для работы органов власти (на примере МЧС России).....	488
Петров А. Н. Анализ динамики количества пожаров в Российской Федерации.....	491
Рожков А. Г., Маркин Ю. В. Внедрение современных информационных технологий в пожарные системы телеметрии.....	497
Сапожников А. С. Информатика и обеспечения пожарной безопасности.....	500
Смекалкин С. В., Таволжанский С. В. Современные информационные технологии в системе образования	504
Стрельцов О. В., Удавцова Е. Ю., Бобринев Е. В., Кондашов А. А., Шавырина Т. А. Разработка программы прогнозирования профессиональной готовности курсантов высших учебных заведений ГПС МЧС России.....	515

Усманов И. Н., Мочалова Т. А. Обоснование необходимости применения программных комплексов в практической деятельности должностных лиц государственного пожарного надзора.....	519
Фадеев Р. Н. Информационные технологии в индустрии сбора и переработки отходов	523
Фадеев Р. Н. Информационные технологии управления данными как инструменты развития промышленных компаний.....	526
Фирсов А. Г., Надточий О. В., Сибирко В. И., Чечетина Т. А., Мартынов В. А. Системы управления базами данных результатов контрольно-надзорной и профилактической деятельности государственного пожарного надзора МЧС России	530
Фурс С. П. Подрывные технологии и их воздействие на развитие ноосферы: проблема и тенденции	535
Харин В. В., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Кондашов А. А., Маторина О. С. Пожарная безопасность объектов защиты в крупных пожарах в городах и сельской местности Российской Федерации в 2010-2021 годах.....	539
Юлтыев Ш. Р. Информационные технологии в решении прикладных задач мобилизационной подготовки	543
Юлтыев Ш. Р. Информационные технологии в резервировании мобилизационных людских ресурсов.....	548

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ VIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Иваново, 30 марта 2023 года

Текстовое электронное издание

Издается в авторской редакции

Подготовлено к изданию 12.05.2023 г.
Формат 60×90 1/8. Усл. печ. л. 70. Заказ № 238

Отделение организации научных исследований научно-технического отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33

ISBN 978-5-907353-89-3

