

**V Всероссийская
научно-практическая конференция
с международным участием**

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ



Иваново 2020

**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

МАТЕРИАЛЫ

**V Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием**

24 марта 2020 года

**Иваново
2020**

УДК 37+50+614.8

Актуальные вопросы естествознания: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 24 марта 2020 года / сост.: О. В. Хонгорова, М. Г. Есина. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 361 с.

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.

Организационный комитет

доктор хим. наук, профессор **Н. Ш. Лебедева** (председатель оргкомитета)
доктор хим. наук, профессор **А. М. Ефремов** (заместитель председателя оргкомитета)
канд. техн. наук, доцент **Д. Г. Снегирев**
канд. физ.-мат. наук, доцент **Т. В. Пашкова**
канд. техн. наук, доцент **М. Г. Есина**
канд. хим. наук, доцент **А. Н. Петров**
канд. физ.-мат. наук **О. В. Хонгорова**

РАЗДЕЛ 1.
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ
ФИЗИКИ И ХИМИИ

УДК 544.558

А. И. Артюхов, Д. А. Трошенкова, С. А. Смирнов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: Рассматриваются различные виды воздействия плазмы на поверхность полимерных материалов, а также приведены результаты воздействия низкотемпературной плазмы на такие свойства полимера как смачиваемость, адгезия и шероховатость. Показано, что воздействие низкотемпературной плазмы как при атмосферном, так и при пониженном давлении ведет к изменению полной поверхностной энергии полимера, а также к изменению состава поверхностного слоя, образованию в нем новых, отсутствующих в первоначальном полимере групп (кетонов, альдегидов и др.). Кроме того, обработка в плазме ведет к увеличению шероховатости полимерных материалов, что ведет к улучшению их технологических свойств.

Ключевые слова: поликарбонат, плазма, плазмохимическое травление, шероховатость, краевой угол смачивания, полная поверхностная энергия, инфракрасная спектроскопия, атомно силовая микроскопия.

A. I. Artyuhov, D. A. Troshenkova, S. A. Smirnov

PLASMACHEMICAL MODIFICATION OF POLYMERIC MATERIALS SURFACE

Annotation: Different types of plasma effects on the surface of polymeric materials are described, and the results of low-temperature plasma effects on polymer properties such as wettability, adhesion and roughness are presented. It is shown that exposure to low-temperature plasma, both at atmospheric and under reduced pressure, leads to a change in the total surface energy of the polymer, and also leads to a change in the composition of the surface layer, the formation of new groups in it, which are absent in the original polymer (ketones, aldehydes, etc.) . In addition, the processing in the plasma leads to an increase in the roughness of polymeric materials, which leads to an improvement in their technological properties.

Keywords: polycarbonate, plasma, plasma etching, roughness, wetting angle, full surface energy, IR ATR, AFM.

Введение

Полимерные материалы используются практически во всех отраслях мировой промышленности, включая автомобильную, авиакосмическую, химическую, биомедицинскую отрасли и применяются в таких областях, как технология тонких пленок и защитных покрытий, используются при изготовлении композитных материалов, оптоволоконных технологий и других.

Как правило, полимеры характеризуются низкими значениями поверхностной энергии, плохой смачиваемостью и низкой адгезией, что делает их мало пригодными для использования во многих отраслях, однако их поверхностные свойства можно значительно изменить при помощи различных методов. Одним из наиболее экономичных и экологичных

способов модификации поверхности полимерных материалов является обработка при помощи низкотемпературной плазмы, причем такая обработка позволяет изменять только небольшой приповерхностный слой полимера, при этом, не изменяя его объемных свойств. Плазмохимические процессы позволяют заменить технологические операции, требующие больших расходов воды и химикатов, на процессы сухой обработки в химической, текстильной и легкой промышленности. При этом сокращается расход сырья, реактивов, и существенно уменьшаются энергетические затраты. Плазменная обработка позволяет исключить из технологического процесса экологически опасные вещества, например хлор и его производные.

Применяя различные плазмообразующие газы, изменяя их давление и линейную скорость потока газа возможно изменение таких свойств полимеров как смачиваемость, микрошероховатость, адгезия, пористость, относительная молекулярная масса, устойчивость к травлению и химический состав материала. При плазмохимической обработке полимера на его поверхности образуются новые функциональные группы (карбоксильные, карбонильные, гидроксильные).

Процессы плазмохимической модификации полимеров в основном проводят с использованием низкотемпературной плазмы. Это означает, что температура рабочего газа в реакторе составляет примерно 300 К. Используют низкочастотные разряды (частота от 50 Гц), высокочастотные разряды (в основном 13,56 МГц) и СВЧ-разряды (обычно 2,45 ГГц), а также разряд постоянного тока.

Для неравновесной плазмы пониженного давления характерными являются следующие параметры:

- температура нейтральных частиц ~ 300 К,
- температура электронов 1 – 10 эВ,
- температура ионов 300 – 1000 К.

Важной задачей является разработка новых плазмохимических методов модифицирования полимеров с использованием разрядов атмосферного давления [1]. Для этих целей могут использоваться коронный и поверхностно-барьерный разряд или тлеющий разряд атмосферного давления, стабилизированный быстрым потоком газа.

Методика эксперимента

Модификация полимерных материалов возможна в реакторах различного типа, но чаще всего обработка производится в реакторах пониженного давления проточного типа, представленного на рис. 1.

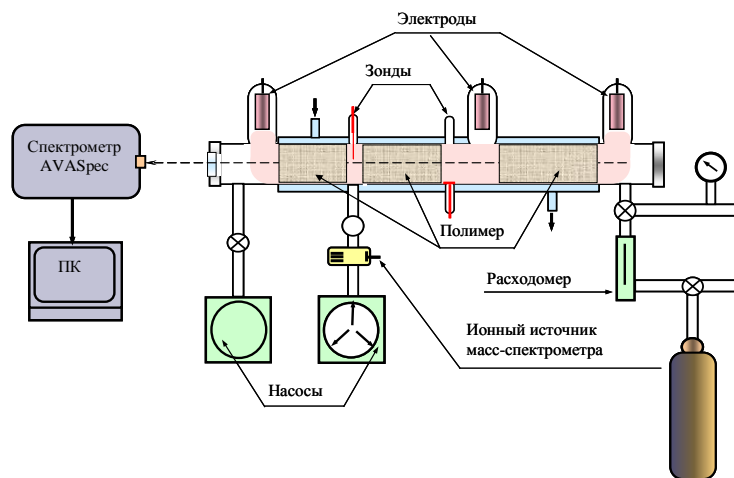


Рис.1. Схема экспериментальной установки пониженного давления для обработки полимерных тканей и пленок.

Образцы полимерных пленок размещают по образующей на термостатируемой стенке цилиндрического реактора в зоне горения положительного столба разряда в различных газах.

Диапазон внешних параметров, применяемый для обработки полимеров: давление от 50 до 300 Па, ток разряда от 20 до 110 мА, время обработки полимера от 1 до 600 секунд, объемный расход плазмообразующего газа или линейная скорость потока от 10 до 70 см/с. Общая площадь обрабатываемого полимерного материала может составлять до 50% от площади внутренней поверхности реактора. Недостатками реакторов такого типа являются: необходимость использования системы поддержания вакуума, относительная сложность конструкции.

Обработка полимеров в плазме атмосферного давления проводят на установках аналогичных, представленной на рис. 2.

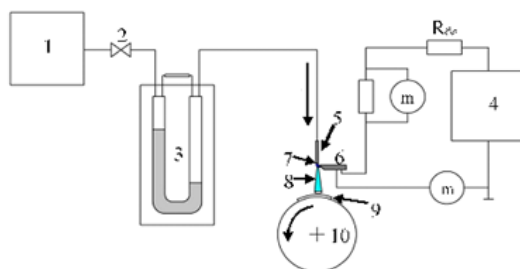


Рис. 2. Схема экспериментальной установки атмосферного давления: 1 – баллон с газом, 2 – кран, 3 – расходомер, 4 – источник тока, 5 – анод, 6 – катод, 7 – зона плазмы, 8 – послесвечение разряда, 9 – образец, 10 – вращающийся барабан.

Разряд возбуждается между полый стальной иглой – анодом и заостренной пластиной из нержавеющей стали толщиной ~ 1 мм, выступающей в роли катода. Необходимая линейная скорость подачи газа в реактор (от 10 до 105 м/с) измеряется с помощью капиллярного расходомера. Из-за значительного тепловыделения на полимере ток разряда не должен превышать нескольких миллиампер.

Образец полимера закреплялся на вращающемся барабане, после чего обрабатывается в послесвечении газовой плазмы. Недостатком такого метода является малая площадь обработки поверхности полимера и достаточно высокая неоднородность обработки.

Эффекты воздействия плазмы на полимеры

В работе [2] исследуется влияние послесвечения плазмы аргона и воздуха на пленки полипропилена. Обработка таких пленок приводит к улучшению гидрофильности поверхности, на что указывает уменьшение краевых углов смачивания (рис. 3).

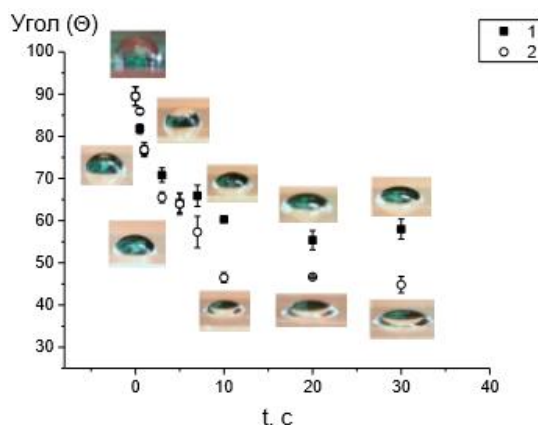


Рис. 3. Изменение угла смачивания водой поверхности полипропилена при обработке в послесвечении плазмы воздуха (1) и аргона (2). Скорость потока газа - 105 м/с; расстояние между образцом и разрядом - 5 мм.

Гидрофильность поверхности возрастает с увеличением скорости потока газа. Также было обнаружено, что при использовании в качестве плазмообразующего газа аргона,

достигаемое значение краевого угла смачивания в целом меньше, чем в случае использования воздуха.

После воздействия на полимер плазмы происходит уменьшение краевого угла смачивания полимера, что приводит к существенному увеличению его полной поверхностной энергии [3].

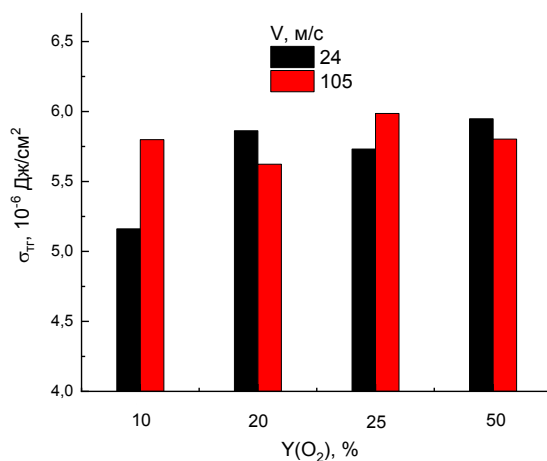


Рис. 4. Изменение полной поверхностной энергии поликарбоната после обработки в послесвечении плазмы смеси аргона и кислорода при атмосферном давлении. Время обработки 3 сек; расстояние между образцом и разрядом - 5 мм.

Изменение средней шероховатости полимера можно зарегистрировать с помощью метода атомно-силового микроскопа. На рисунке 5 представлены изображения пленок поликарбоната Lexan8010. Видно, что морфология поверхности после обработки в плазме значительно изменилась и поверхность становится более шероховатой [4].

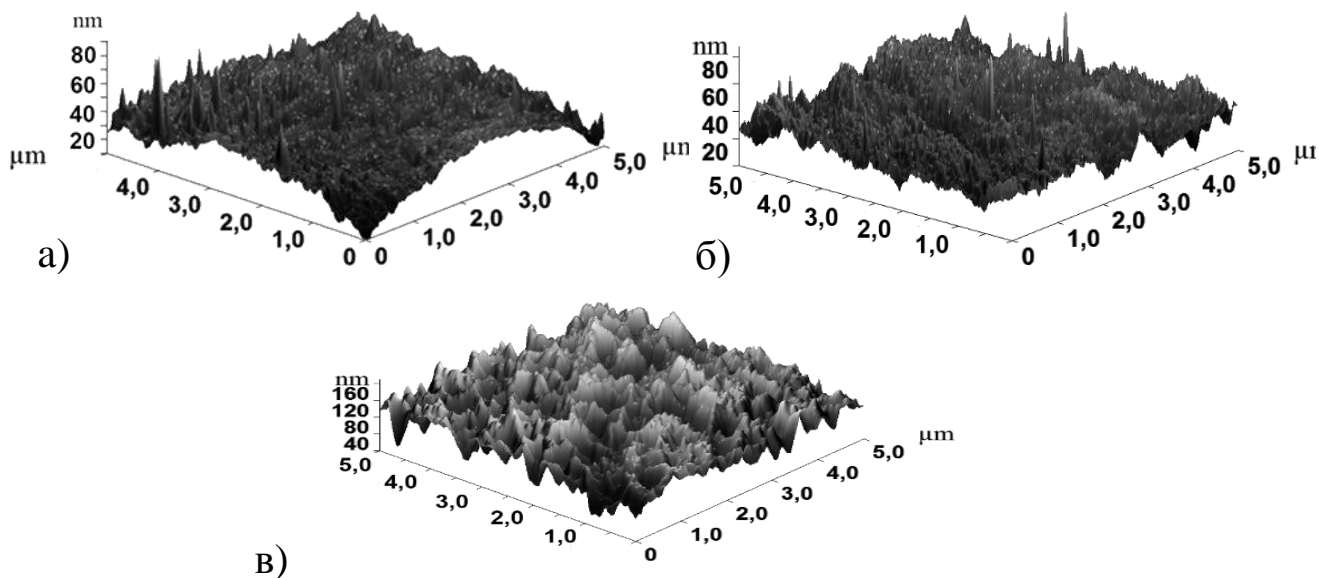


Рис. 5. Изображения поверхности поликарбоната, полученные методом атомно-силовой микроскопии: (а) – необработанный образец, (б) – обработанный в плазме воздуха, (в) – обработанный в плазме кислорода. $i = 80 \text{ мА}$, $p = 100 \text{ Па}$, $t=300 \text{ сек}$.

Концентрацию функциональных групп на поверхности полимера определяют методом ИК-спектроскопии.

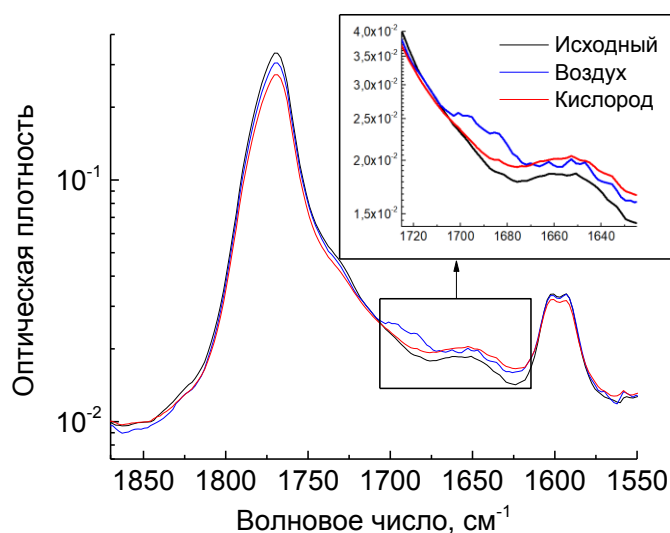


Рис. 6. ИК-спектр пленки поликарбоната, обработанной в плазме кислорода и воздуха

Выводы

Плазменная обработка позволяет изменять свойства поверхности полимеров в широких пределах и значительно расширить области их использования. Улучшение адгезионных свойств полимеров под воздействием плазмы, как правило, связано с изменением химического состава и топологии поверхности. Характер этих изменений зависит от природы полимера, плазмообразующего газа и свойств плазмы [5].

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. Хомякова Н. С. Влияние обработки в послесвечении разряда атмосферного давления на смачиваемость пленок полипропилена / Хомякова Н. С., Василькин Д. П., Шикова Т. Г. // Актуальные вопросы естествознания: материалы II Межвузовской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2017 года / сост.: Н. Е. Егорова – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, с. 14–17.
3. Шикова Т. Г. Кинетические закономерности плазмохимического модифицирования поликарбоната в плазме кислорода/ Шикова Т. Г., Овцын А. А., Смирнов С. А. //Химия высоких энергий. 2019. Т. 53. № 4. С. 320-324.
4. Ovtsyn A. A. Modification of polycarbonate surface in oxidizing plasma / A. A. Ovtsyn, S. A. Smirnov, T. G. Shikova, I. V. Kholodkov // J. Phys.: Conf. Ser. – 2017. – N 927. – P. 012038.
5. Смирнов С. А. Влияние гетерогенных процессов на параметры кислородсодержащей плазмы/ Смирнов С. А., Титов В. А., Рыбкин В. В.// Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2012. Т. 55. № 4. С. 12-20.

И. В. Багажков¹, М. В. Клюев²

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

ТЕРМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: в статье присутствует описание полимерного материала, широко используемого в строительстве. Раскрывается особенность термической деструкции отделочного полимера, его экологичность, способность образовывать токсичные продукты распада в результате температурного воздействия. Анализируются причины гибели людей на пожарах, констатируется негативное воздействие токсичных веществ и ядовитой пыли.

Ключевые слова: полимерный материал, деструкция, температурное воздействие, среднеобъемная температура, токсичность, экологичность, опасные факторы пожара, гибель людей при пожарах.

I. V. Bagazhkov, M. V. Klyuev

THERMAL DESTRUCTION OF POLYMER FINISHING MATERIALS

Annotation: the article contains a description of the polymeric material widely used in construction. A feature of the thermal destruction of the finishing polymer, its environmental friendliness, and the ability to form toxic decomposition products as a result of temperature exposure are disclosed. The causes of death in fires are analyzed, the negative effects of toxic substances and toxic dust are ascertained.

Keywords: polymeric material, destruction, temperature effect, volumetric average temperature, toxicity, environmental friendliness, dangerous fire factors, death of people during fires.

Химия полимерных материалов в производственном отношении составляет одну из наиболее сложных групп. В ее состав входит органический синтез, производство полимерных материалов и их переработка. В качестве основного сырья для синтеза полимеров на основе соединений углерода служит нефть, газ, уголь.

Потребность в полимерах в отделочной отрасли строительной индустрии на сегодняшний момент носит возрастающий характер. Это обусловлено как потребительскими свойствами материала, так и возрастающими требованиями к конструктивным материалам, их экологичности, безопасности, способности заменить сырье из природных материалов, превосходить по износостойкости, срокам эксплуатации.

Рассматривая статистику пожаров в зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, можно наблюдать негативное влияние опасных факторов пожара на находящихся там людей. При отсутствии средств защиты органов дыхания удушье и отравление наступает за считанные минуты. Немаловажную роль оказывают токсические продукты разложения материалов, используемых при строительстве, отделке помещений.

Обстановка на пожаре особенно влияет на здоровье сотрудников пожарно-спасательных подразделений, принимающих участие в тушении и проведении аварийно-спасательных работ на пожарах, провоцирует возникновение профессиональных заболеваний. При регулярном вдыхании дыма, возникшем в результате термической деструкции полимерных составляющих, возникают желудочно-кишечные заболевания, инфаркты, болезни крови, различные аллергии, хронический бронхит, увеличивается риск онкологических заболеваний, повышается утомляемость.

Анализируя причины гибели людей на пожарах, можно констатировать негативное воздействие токсичных веществ и ядовитой пыли. Уже после ликвидации горения у людей присутствовали жалобы на кашель, выявлялись заболевания органов дыхания.

Острая сердечная недостаточность, которая является основной причиной гибели пожарных, также может быть вызвана отравлением токсичными продуктами горения. Ароматические углеводороды, являющиеся канцерогенными веществами, обуславливают повышенную заболеваемость пожарных раком желудка, головного мозга, меланомой.

Отравление диоксином вызывает тератогенный эффект — рождение детей с генетическими аномалиями. Ежегодно в мире при выполнении служебных обязанностей погибают не менее 250–300 пожарных и десятки тысяч получают травмы той или иной степени тяжести.

Научно-технический прогресс не стоит на месте. При строительстве объектов вводятся новые технологии, новые материалы, становятся более жесткими требования к безопасности возводимых зданий и сооружений. При использовании полимеров в каркасном строительстве при возведении несущих сооружений предпочтение отдается синтетическим материалам из-за высокой прочности при относительно низком объемном весе, стойкости к атмосферным воздействиям и химически агрессивным средам. Но и здесь вопрос к воздействию высоких температур достаточно актуален. При внутренних развившихся пожарах значения среднеобъемной температуры среды внутри помещения доходит до 1200 °С, что достаточно критично для полимерного материала. Так же, значительным препятствием к широкому применению пластмасс в несущих строительных конструкциях является их относительно высокая деформативность даже при нормальных температурно-влажностных условиях.

Полимерные материалы, имеющие прочность низколегированных сталей и примерно в 5 раз меньший, чем у стали, объемный вес, в то же время уступают стали по величине модуля упругости примерно в 10 раз, т. е. в 10 раз слабее сопротивляются деформированию. Кроме того, вследствие ползучести деформации увеличиваются во времени и могут перейти в остаточные даже при сравнительно низком уровне напряжений.

В зависимости от химического строения молекул полимера при воздействии высоких температур могут происходить различные конструктивные изменения. Так, одни полимеры могут полностью деполимеризовываться - разлагаться до мономеров, другие, при длительном нагревании, разрывать связи и образовывать устойчивые молекулы с пониженной молекулярной массой. Возможно так же отщепление низкомолекулярных продуктов за счет реакций боковых групп без существенного изменения исходной молекулярной массы. Такие воздействия приводят к беспорядочному сшиванию макромолекул и образованию разветвленных и сшитых структур.

Скорости радикальной полимеризации и деполимеризации возрастают с температурой. При некоторой температуре скорости полимеризации и деполимеризации могут стать равными. Это можно установить, взяв за пример наиболее распространенный полимер – полистирол [1].

При измерении вязкости растворов полистирола при полимеризации стирола и тепловой обработке полистирола при этой температуре, в какой то момент времени значения вязкостей выравниваются, что свидетельствует об одинаковой молекулярной массе продуктов полимеризации и деструкции.

Изучение термической деструкции или разложения полимеров в лабораторных условиях происходит при нагреве в вакууме или инертной атмосфере. Термическая деструкция обусловлена увеличением при повышении температуры вероятности сосредоточения на одной из химических связей в макромолекуле энергии, достаточной для разрыва этой связи. Большинство полимеров разрушаются при 200...300°C, хотя известны термостойкие полимеры, например, политетрафторэтилен не изменяется заметно и при 400°C.

Обычно, термическая деструкция протекает с участием свободных радикалов с образованием большого количества летучих продуктов, которые в некоторых случаях могут состоять практически только из мономера или смеси различных веществ. Кроме того, возможно образование нелетучего остатка — частично разложившегося полимера, который в конце концов превращается в уголь. Чаще полимер подвергается совместному действию теплоты и кислорода, превращаясь в термоокислительную деструкцию.

Процесс воздействия высокой температуры на полимерные отделочные материалы особенно актуален при крупных пожарах в зданиях жилого сектора (Рис. 1). Именно там мы имеем негативное воздействие токсических продуктов сгорания на дыхательную систему человека.

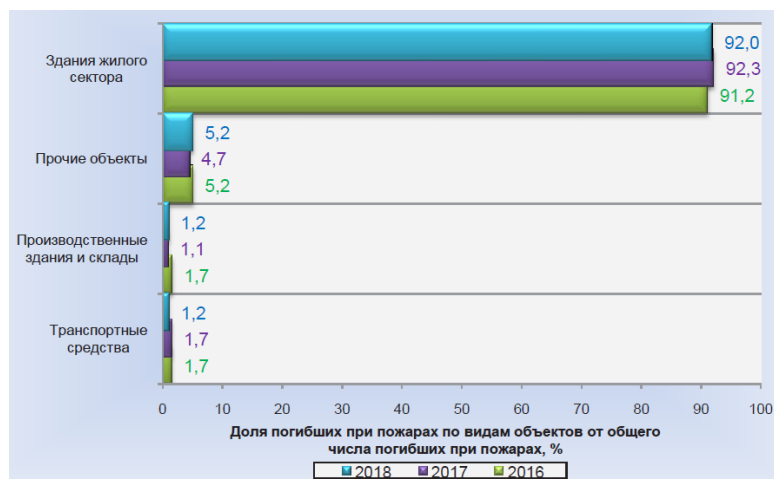


Рис. 1. Обстановка с гибелью людей при пожарах по видам объектов пожаров

В настоящее время, в соответствии со статьёй 27 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», в Российской Федерации действует единая государственная система статистического учета пожаров и их последствий. Официальный статистический учет пожаров и государственную статистическую отчетность по пожарам и их последствиям осуществляет МЧС России.

Порядок учета пожаров и их последствий утвержден приказом МЧС России от 21.11.2008 № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий».

Причин высокой смертности при пожарах несколько:

1. Резкая нехватка пожарных в стране и сокращение парка пожарной техники. В ряде случаев (особенно в сельской местности) пожарные расчеты прибывают к месту пожара очень поздно (из-за их далекого дислоцирования), а на местах у руководителей предприятий, да и у многих глав сельских поселений, собственной пожарной техники нет — отсутствуют средства на ее закупку и на содержание соответствующего штата пожарных, да и обязанность содержать ее законодатель на них не возложил. Хотя еще лет 30 назад дежурные пожарные автомобили на селе были в большинстве крупных хозяйств.
2. Из-за холодных зим люди активно пользуются печками (15% всех пожаров), особенно в частном секторе. Печные дымоходы часто проходят в непосредственной близости от легковоспламеняющихся конструкций, не всегда герметичны, редко очищаются от сажи (необходимо как минимум раз в год). Сажа на их стенках постепенно превращается в креозот. При очередной растопке происходит его быстрое возгорание с выделением огромной температуры. В результате стенки дымоходов прогорают, и начинается пожар. Многие не чистят дымоходы десятилетиями.
3. Растет количество электроприборов в домашних хозяйствах (микроволновки, электрочайники, кондиционеры, электрообогреватели и т.д.). Старая проводка не выдерживает серьезных нагрузок и возгорается.

4. Использование в отделке помещений горючих материалов: пластика, утеплителей и др., которые легко распространяют пламя и выделяют токсичные вещества.

К летальным исходам приводят даже незначительные возгорания (Рис. 2). Если выгорит хотя бы половина квадратного метра полового покрытия (линолеум) этого уже достаточно, чтобы получить смертельное отравление ядовитыми продуктами горения. В практике пожарного надзора приходилось расследовать много несчастных случаев подобного рода. В бытовках находили по несколько погибших. От папиросы загорался топчан, и ядовитого дыма от него хватало, чтобы погибли все спавшие там люди.



Рис. 2. Количество людей, погибших при пожарах

Требования многих нормативных документов по пожарной безопасности, направлены на защиту людей от дыма, как при проектировании объектов, так и при их эксплуатации. В связи с этим весьма показателен крупнейший по числу жертв за последние годы пожар в Пермском ночном клубе «Хромая лошадь», который в 2009 г. унес жизни 156 человек. Большинство из них задохнулись в ядовитом дыму, который выделяли горящие полимерные материалы отделки помещения и утеплитель.

Основной причиной гибели людей на пожарах (73-80 %) является отравление продуктами горения (Табл. 1,2,3). Кроме того, расследование загрязняющих веществ от пожаров в жилье не может полностью исключить негативные последствия, так как некоторые вредные, токсичные и канцерогенные вещества остаются в окружающей среде в неизвестном виде долгое время [2].

Таблица 1. Распределение количества погибших при пожарах людей в 2009-2012 гг. по основным причинам их гибели

Причина гибели людей	Количество погибших, чел.				Доля от общего числа погибших при пожарах, %			
	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012
Воздействие высокой температуры при пожаре	1678	1185	869	794	12.03	9.07	7.23	6.81
Отравление токсичными продуктами горения при пожаре	9845	9387	8478	7869	70.59	71.82	70.54	67.53
Удушье в результате пониженной концентрации кислорода при пожаре	243	203	178	128	1.74	1.55	1.48	1.10
Отравление газами и токсичными ядовитыми	166	135	146	99	1.19	1.03	1.21	0.85

веществами при пожаре								
Комбинированное отравление алкоголем и токсичными продуктами горения	-	-	-	377	-	-	-	3.24

Таблица 2. Распределение количества погибших при пожарах людей в 2015-2018 гг. по основным причинам их гибели

Причина гибели людей	Количество погибших, чел.				Доля от общего числа погибших при пожарах, %			
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
Воздействие высокой температуры при пожаре	440	431	391	393	4,68	4,93	5,00	4,97
Отравление токсичными продуктами горения при пожаре	6209	5953	5190	5458	66,02	68,04	66,40	69,01
Удушье в результате пониженной концентрации кислорода при пожаре	93	73	63	45	0,99	0,83	0,81	0,57
Отравление токсичными газами и ядовитыми веществами при пожаре	72	53	56	57	0,77	0,61	0,72	0,72
Комбинированное отравление алкоголем и токсичными продуктами горения	244	204	188	130	2,59	2,33	2,41	1,64

Таблица 3. Распределение числа погибших на пожарах в 2014-2018 гг. работников ПО (чел.) по причине гибели

Причина гибели работника ПО	2014	2015	2016	2017	2018
Отравление токсичными продуктами горения при пожаре	0	2	2	1	1
Воздействие высокой температуры при пожаре	0	1	8	0	0
Удушье в результате пониженной концентрации кислорода при пожаре	1	0	0	0	0
Отравление токсичными газами и ядовитыми веществами при пожаре	0	0	0	0	0

В России количество погибших при пожарах людей в расчете на 100 тыс. населения в 2012 г. составило 8,09. Это очень много! В США, например, этот показатель — менее 1,0 чел. и за последние 10 лет он не превышал 1,5 чел. Такие же показатели наблюдаются в Германии, Франции, Великобритании. В целом же с начала 1990-х гг. по удельному числу погибших на пожаре Россия занимает первое место в мире [3].

Расследование загрязняющих веществ от пожаров в жилье не может полностью исключить негативные последствия, так как некоторые вредные, токсичные и канцерогенные вещества остаются в окружающей среде в неизвестном виде долгое время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усачева, Т. С. Общая химическая технология полимеров / Т. С. Усачева, В. А. Козлов. — Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2012. — 238 с.
2. Маркизова Н. Ф., Преображенская Т. Н., Башарин В. А., Гребенюк А. Н. Токсичные компоненты пожаров: СПб: «ООО Издательство ФОЛИАНТ», 2008. — 208 с.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2019, - 125 с.: ил. 42.

УДК 691.175.5/8

И. В. Багажков, П. Н. Коноваленко, А. В. Наумов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ДЫМ И ЕГО ТОКСИЧНОСТЬ

Аннотация: в статье рассматривается дымообразующая способность строительных материалов, рассматриваются способы и методы дымоудаления при работе пожарно-спасательных подразделений. Дается оценка токсического воздействия наиболее распространенных веществ. Раскрывается механизм воздействия токсических веществ на организм.

Ключевые слова: опасные факторы пожара, непригодная для дыхания среда, средства защиты органов дыхания, оборудование дымоудаления, раздражение, отравление, токсичные вещества, аэрозоль.

I. V. Bagazhkov, P. N. Konovalenko, A. V. Naumov

MOKE AND ITS TOXICITY

Annotation: the article deals with the smoke-forming ability of building materials, the methods and methods of smoke removal in the work of fire and rescue units. The assessment of the toxic effects of the most common substances is given. The mechanism of influence of toxic substances on the body is revealed.

Keywords: fire hazards, unsuitable for breathing environment, respiratory protection equipment, smoke removal equipment, irritation, poisoning, toxic substances, aerosol.

Рассматривая перечень опасных факторов пожара, способных негативно воздействовать на людей и имущество, следует обратить внимание на повышенную концентрацию токсичных продуктов горения и термического разложения. На сегодняшний момент, приходится сталкиваться с неизменностью показателей токсичности дыма при пожарах внутри жилых помещений. Очевидно, это связано с тем, что в качестве строительного материала, отделочного материала, обоевого материала мебели, широко используются синтетические полимеры.

Разумеется, при работе пожарно-спасательных подразделений непосредственно в непригодной для дыхания среде (НДС) используются средства защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД), средства индивидуальной защиты (СИЗ) защитная одежда пожарных, которая защищает от воздействия высоких температур и других факторов [4].

Применяется эффективный комплекс технических средств - установки дымоудаления, принудительного подпора свежим воздухом эвакуационных путей (Рис.1-4). Все это позволяет увеличить время и возможность людей безопасно покинуть здание, внутри которого произошел пожар. Применяемое оборудование дымоудаления позволяет снизить

концентрацию токсичных аэрозолей, паров, взвесей твердых частиц – сажи, копоти, золы, пепла в воздухе; дымовых газообразных продуктов горения пожарной нагрузки помещений.

Теперь, более подробно остановимся на токсическом воздействии наиболее распространенных веществ, входящих в состав дыма. Одно из токсических веществ прямого действия это синильная кислота (HCN). Данное соединение образуется из азотосодержащих полимеров, таких как полиуретан, сополимер акрилонитрила-бутадиена-стирола или сополимер стирола-акрилонитрила. Все они широко используются в качестве строительных материалов, а также в качестве материалов для изготовления мебели. Вместе с угарным газом (CO), цианид ион (CN) также прямо «отвечает» за гибель людей на пожаре и в результате пожара. Вдыхание твердых частиц сажи в форме аэрозоля, является второй клинической проблемой, которой необходимо решать при спасении пострадавших после пожара. Частицы углерода токсичны вследствие содержания в них тяжелых металлов и опасны перекислением, связанным с образованием свободных радикалов. Углеродистые частицы сажи осаждаются на поверхности бронхов и тем самым представляют опасность для людей и животных. Рассматривая современные дымососы, мы можем наблюдать у них подключение распыленной воды, предназначение которой и есть осаждение вышеуказанных соединений. Перевод их в водный раствор обезопасит (очистит) воздух для свободного дыхания. Третья основная проблема – это сильное сенсорное раздражение, вызываемое дымом. Основное вещество раздражающего действия – это акролеин, воздействие которого ведет к функциональным нарушениям. Его присутствие создает синергетический эффект токсичности углеродных частиц в дополнение к их прямому токсичному воздействию на легкие человека или животного [1,2].

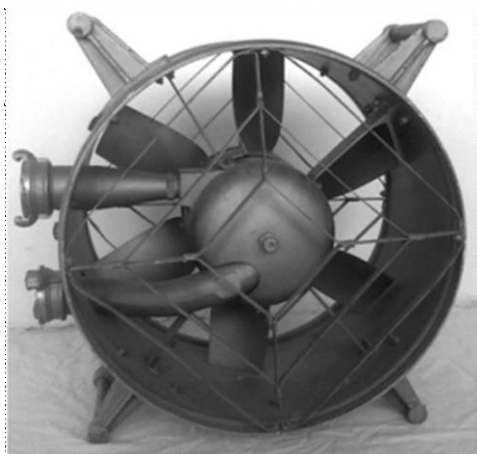


Рис. 1. Дымосос ДП-10 гидравлический.



Рис. 2. Всасывающий рукав дымососа



Рис. 3. Напорный рукав дымососа



Рис. 4. Европейская модель с двигателем внутреннего сгорания

Обобщенные показатели концентрации основных токсичных веществ, отмечаемые при пожарах в жилых домах, приведены в таблице.

Риск токсического воздействия дыма от горящих полимерных материалов. Тем не менее, выбор строительных материалов является ключевым фактором пассивной безопасности жилых домов в случае пожара.

В качестве примера можно рассмотреть воздействие дыма, образующегося при сгорании полистирола. Его термическое разложение вызывает выделение угарного газа и образование различных аэрозолей в зависимости от температуры горения. Параллельно выделяется свободный стирол и бензальдегид.

Таблица. Концентрация продуктов сгорания при пожарах в жилых домах

Загрязняющее вещество	Концентрация, ppm (частей на млн.)		Концентрация, смертельно опасная для жизни и здоровья, ppm (частей на млн.)
	Средняя	Максимальная	
Акролеин	1,9	98	5
Бензол	4,7-56	250	3000
СО	246-1450	27000	1500
НС	0,8-13	280	100
HCN	0,14-5,0	75	50
NO ₂	0,04-0,7	9,5	50
SO ₂	2,3	42	100
Дисперсные твердые частицы	232	15000	Нет данных

По своему составу образующийся аэрозоль содержит олигомерные полистирольные цепи. По результатам экспериментов на животных стирол был признан веществом, обладающим умеренной нейротоксичностью.

Газы, выделяющиеся при терморазложении полистирола, оказывают негативное влияние на работу печени. На основе вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что важнейшей причиной токсичности полистирольного дыма является наличие в нем аэрозольных частиц и СО.

Горение полистирола сводится к образованию густого черного дыма, который затрудняет видимость и может помешать эвакуации, работам звеньев пожарно-спасательных подразделений. Воздействие на здоровье дымовых частиц, образующихся при горении полистирола, в деталях неизвестно, но при сравнительном исследовании оно было признано менее опасным, чем воздействие дыма, образующегося при сгорании дерева, пробки, кожи и резины [2,3].

Токсичность дыма от горящего полистирола, по-видимому, обусловлена сопутствующим воздействием СО.

Авторы также поднимают вопрос об усилении воздействия СО при одновременном поражении СО₂.

Синергетический токсический эффект также наблюдался при проведении более ранних независимых исследований. Один из механизмов токсичности определялся как включающий в себя изменения кислородосвязывающей способности гемоглобина.

Токсичность дыма, образующегося при сгорании полистирола в условиях пожара, измеряется в основном по количеству выделяемого из материала СО.

В заключении следует отметить, что основная причина гибели людей на пожарах – это отравление продуктами горения (оксид углерода, диоксид углерода, синильная кислота,

цианиды водорода), особенно выделяющимися при горении пластика, используемого в отделке помещений. По этой причине погибли 64,8% чел., а от действия высокой температуры – значительно меньше, всего 7,0% погибших. Именно поэтому требования многих нормативных документов по пожарной безопасности, направлены на защиту людей от дыма как при проектировании объектов, так и при их эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Виноградова С.В., Васнев В.А.* Поликонденсационные процессы и полимеры. - М.: Наука, МАИК "Наука/Интерпериодика", 2000. - 373 с.; ил.
2. *Егорова, Е. И.* Основы технологии полистирольных пластиков / Е. И. Егорова, В. Б. Коптенармузов. — СПб : ХИМИЗДАТ, 2005. — 272 с.
3. *Маркизова Н. Ф., Преображенская Т. Н., Башарин В. А., Гребенюк А. Н.* Токсичные компоненты пожаров: СПб: «ООО Издательство ФОЛИАНТ», 2008. — 208 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2019, - 125 с.: ил. 42.

УДК 547.97:536.495

О. Н. Гаврилова¹, Н. Ш. Лебедева^{1,2}, С. С. Гусейнов¹, Е. С. Юрина¹

¹Институт химии растворов им. Г. А. Крестова Российской академии наук

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА МАКРОГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В СОСТАВЕ БИОПОЛИМЕРОВ

Аннотация: Методами дифференциальной сканирующей калориметрии, термогравиметрии и масс-спектрометрического анализа определены температурные интервалы термического разложения хитозана и его комплексов с тетрасульфоталоцианином кобальта(II) (CoPc) и тетрасульфоталоцианином меди(II) (CuPc). Было проведено сравнение термической устойчивости хитозана и его комплексов с Cu-Pc и Co-Pc в атмосфере аргона и кислорода. Выявлено, что металлофталоцианины проявляют антиоксидантную активность в процессах окисления полимера на первой стадии меньше, чем на второй.

Ключевые слова: фталоцианин, антиоксидант, хитозан, ДТГ, полимер, свойства, разложение

O. N. Gavrilova, N. Sh. Lebedeva, S. S. Guseinov, E. S. Yurina

THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF MACROHETEROCYCLIC COMPOUNDS IN THE COMPOSITION OF BIOPOLYMERS

Annotation: Using the methods of differential scanning calorimetry, thermogravimetry, and mass spectrometric analysis, the temperature ranges of thermal decomposition of chitosan and its complexes with cobalt (II) tetrasulfophthalocyanine (CoPc) and copper (II) tetrasulfophthalocyanine (CuPc) were determined. The thermal stability of chitosan and its complexes with Cu-Pc and Co-Pc in an atmosphere of argon and oxygen was compared. It was revealed that metallophthalocyanines exhibit antioxidant activity in the processes of polymer oxidation in the first stage less than in the second.

Keywords: phthalocyanin, antioxidant, chitosan, DTG, polymer, properties, decomposition

Фталоцианины являются многочисленной и особенно интересной группой синтетических структурных аналогов природных порфиринов, таких как хлорофил, гем крови и других. Эти соединения привлекают к себе пристальное внимание исследователей на протяжении уже более 80 лет [13].

Фталоцианины (Pc) – класс полициклических ароматических соединений, остов молекул которых образован системой четырёх изоиндольных фрагментов, объединённых тригональными атомами азота в тетрабензо-тетразапорфиновое кольцо.

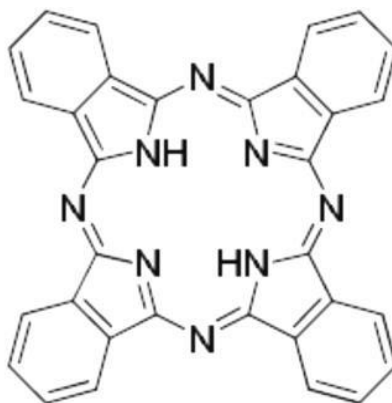


Рис. 1. Молекулярная структура фталоцианина

Молекула фталоцианинов – многоконтурная, при этом конденсированные бензольные кольца усиливают делокализацию π -электронов внутреннего тетразапорфинового макроцикла, что обуславливает глубокую окраску Pc в видимой области спектра [11].

Наличие двух иминоводородных атомов в молекуле фталоцианина позволяет считать это соединение слабой двухосновной кислотой, способной к образованию производных с металлами. К настоящему времени получены комплексы фталоцианинов почти со всеми металлами периодической системы. Комплексы фталоцианинов (2.1) с ионами меди, никеля, железа, кобальта и некоторыми другими устойчивы за счёт образования ковалентных связей M–N. Деметаллизация таких соединений затруднена даже в среде концентрированных кислот и при термообработке. С катионами щелочных, щелочноземельных металлов, кадмия, олова, марганца, сурьмы и другие фталоцианины образуют лабильные соединения с ионным характером связей M–N. При обработке кислотами или спиртами такие комплексы достаточно легко деметаллизуются с регенерацией H₂Pc. Величины констант устойчивости комплексов MPc также достаточно хорошо коррелируют со значениями ионных радиусов внедряемых катионов: подходящее соотношение размеров иона и внутреннего пространства макроцикла (как, например, в случае Cu²⁺) способствует образованию стабильного комплекса [3]. Образовывать комплексы с фталоцианиновыми лигандами могут также катионы со степенью окисления более двух. В этих случаях центральный ион будет иметь дополнительные аксиальные лиганды, как в случае, например, In^{III}ClPc или Si^{IV}(Cl)₂Pc (2.2). Такие комплексы могут обменивать свои экзоциклические лиганды на другие; фталоцианинаты металлов переменной валентности (Fe, Co, Mn) могут обратимо изменять степень окисления центрального атома [10]. Металлы семейства лантаноидов способны образовывать с фталоцианиновыми лигандами так называемые «сэндвичевые» комплексы (2.3) [9].

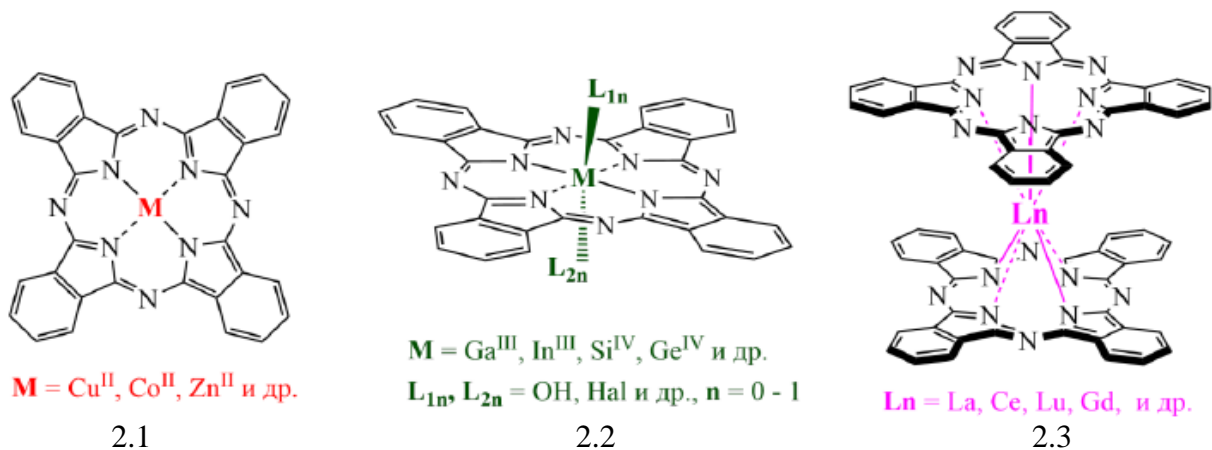


Рис.2.1-2.3. Различные виды металлокомплексов с фталоцианинами

Повышенный интерес к фталоцианинам объясняется многообразием их полезных свойств. Одними из них являются оптические свойства.

Электронные спектры поглощения фталоцианинов содержат две характерные интенсивные полосы: Q-полосу в видимой области и более слабую полосу Soret в УФ диапазоне (рис. 3). Благодаря сопряженной системе, фталоцианины обладают интенсивным поглощением с коэффициентом экстинкции $10^5 \text{ M}^{-1} \text{ см}^{-1}$. Q-полоса соответствует поглощению света и соответственно переходу электрона с ВЗМО, $a_{1u}(\pi)$, на НСМО, $e_g(\pi^*)$. При этом переход с a_{2u} на e_g также приводит к образованию полосы Soret (рис. 3). Q-полоса безметалльного фталоцианина, в отличие от металлофталоцианинов, расщеплена на 2 линии, что связано с разной симметрией металлосодержащих и безметалльных фталоцианинов [7].

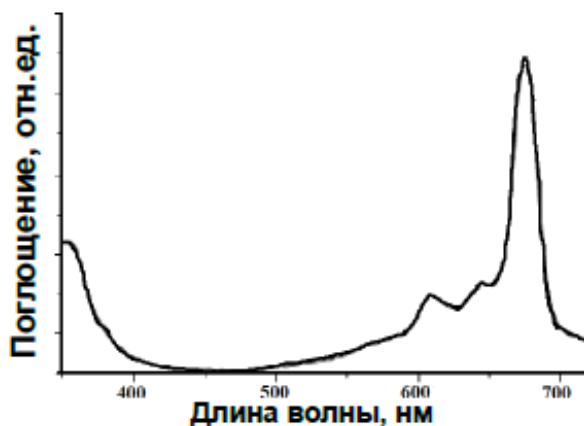


Рис. 3. Типичный спектр поглощения МРС

На спектр поглощения фталоцианина оказывают влияние центральный атом металла, координирующиеся на него растворители, а также аксиальные лиганды и заместители по периферии [7, 2].

ИК спектры фталоцианинов тщательно исследованы Кобояши с коллегами. Они описали спектры всех фталоцианинов двухвалентных металлов с симметрией D_{4h} , а также спектр безметалльного фталоцианина с D_{2h} . Показано, что большинство металлофталоцианинов имеют схожие ИК-спектры, понижение симметрии фталоцианина сопровождается усложнением спектра [4, 5].

Полосы, чувствительные к металлу, наблюдаются при 1490 и 1410 см^{-1} , в зависимости от металла они смещаются в пределах 10 см^{-1} . Полоса при 3030 см^{-1} относится к ароматическим валентным колебаниям связи C-H, полосы при 1610 и 1475 см^{-1} – к

валентным колебаниям углеродного скелета, при 720 см^{-1} – к плоским поперечным колебаниям связи С-Н. Безметалльный фталоцианин имеет полосу при 3289 см^{-1} , характерную для валентных колебаний связи N-H [12].

Благодаря этим свойствам фталоцианины находят много областей применения. Более 90% от производимого в мире количества фталоцианинов (свыше 80 тыс. тонн/год) используется в качестве колорантов – пигментов и красителей. В последнее время они активно применяются для получения покрытий не только декоративного характера, но и обладающих специальными фотофизическими свойствами: ИК-абсорбцией, люминесценцией, хемочувствительностью, фото/электропроводимостью и другими.

Фталоцианины и металлофталоцианины используются для диагностики и терапии онкозаболеваний. Они удовлетворяют нескольким требованиям: чистота состава, высокий выход синглетного кислорода, низкая токсичность в темноте, высокий коэффициент соотношения опухоль/ткань через 1-3 ч после применения и максимальное поглощение в диапазоне волн длиной 675-700 нм, что позволяет достичь более глубокой пенетрации в ткани в фотодинамической терапии.

Благодаря своему уникальному строению, а именно наличие сопряженной ароматической системе Pс и MPс находят применение в качестве антиоксидантов. Антиоксидантная активность фталоцианиновых соединений обусловлена их способностью отдавать электроны свободным радикалам, тем самым приводя к их дезактивации. Указанная способность макрогетероциклических соединений находит применение, как в медицине, так и в пищевой промышленности, а также при разработке и создании более устойчивых полимерных материалов.

В живых организмах постоянно происходят процессы перекисного окисления липидов, что важно для обновления состава и поддержания функциональных свойств биомембран, энергетических процессов, клеточного деления, синтеза биологически активных веществ, внутриклеточной сигнализации. С другой стороны, окислительный стресс, вызванный действием радикалов, оказывает негативное влияние и его желательнее нивелировать. Окислительный стресс связан с дисбалансом между продукцией реактивных видов и силой антиоксидантной защиты, что может привести к нескольким нарушениям клеточной функции, что в итоге приводит к гибели клеток, может вызывать обострение ряда хронических заболеваний, включая сердечно-сосудистые заболевания, диабет, рак и нейродегенеративные расстройства. В работе [1] показано, что Pс проявляют значительную антиоксидантную способность, препятствуя перекисному окислению липидов во всех тестируемых тканях. Установлено, что более значительные антиоксидантные эффекты проявляют Cu-Pс и Mn-Pс, при этом Fe-Pс и Zn-Pс обладают менее значительным антиоксидантным действием в образцах почек по сравнению с образцами печени и головного мозга. Mn-Pс не только ингибирует обратноперекисное окисление липидов, но и снижает основные уровни окислительного стресса. Cu-Pс и Mn-Pс имеют многообещающие антиоксидантные потенциалы.

В научной литературе описаны исследования, доказывающие эффективность Pс как антиоксидантов и стабилизаторов для широкого ряда полимерных материалов. Например, в работе [8] показано, что введение производных 2,6-ди-трет-бутилфенол фталоцианинов с состав полипропилена и полиэтилена приводит к увеличению их термоокислительной стабильности.

Нам не удалось обнаружить в литературе сведений о проявлении антиоксидантной активности MPс по отношению к биополимерам. Поэтому целью данного исследования являлось сравнение термической устойчивости хитозана и его комплексов с Cu-Pс и Co-Pс в атмосфере аргона и кислорода.

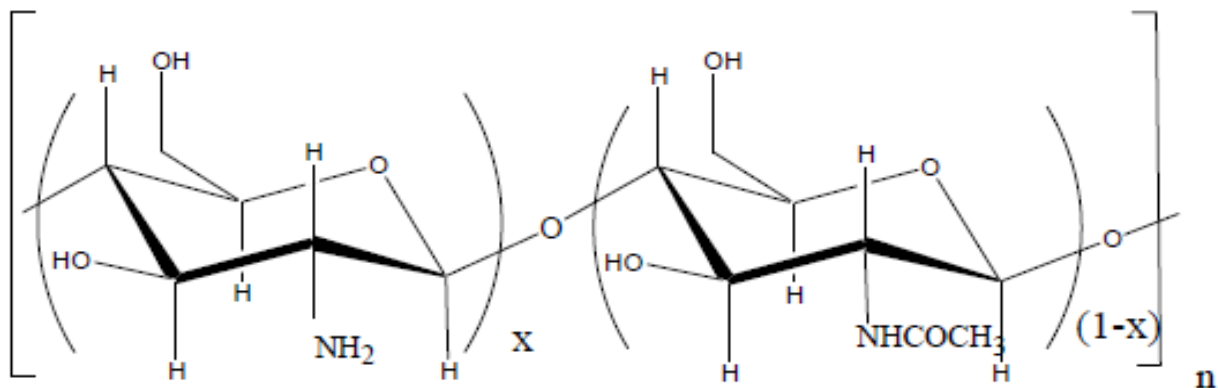


Рис. 4. Структурная формула хитозана

Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Пиролиз CS, CSCoPc, CSCuPc в аргоне [6]

Образец	Первая стадия деструкции				Вторая стадия деструкции			
	T_H (°C)	T_{max} (°C)	T_K (°C)	Убыль массы (%)	T_H (°C)	T_{max} (°C)	T_K (°C)	Убыль массы (%)
CS	212.3	239.8	262.6	49.4	-	-	-	16.1
CSCuPc	199.8	219.3	259.2	44.4	697.9	712.9	736.9	16.2
CSCoPc	203.7	223.2	272.3	45.0	784.2	907.5	-	20.1

Таблица 2. Термоокислительная деструкция CS, CSCoPc, CSCuPc на воздухе

Образец	Первая стадия деструкции				Вторая стадия деструкции			
	T_H (°C)	T_{max} (°C)	T_K (°C)	Убыль массы (%)	T_H (°C)	T_{max} (°C)	T_K (°C)	Убыль массы (%)
CS	215.2	240.7	254.4	43.1	292.1	311.9	332.2	15.5
CSCuPc	204.0	215.0	259.3	34.1	430.8	467.1	474.4	35.1
CSCoPc	210.3	232.7	259.6	40.1	389.7	425.0	440.0	18.3

На рис. 5-7 представлены DTG и DTA кривые исследуемых соединений на воздухе и в аргоне.

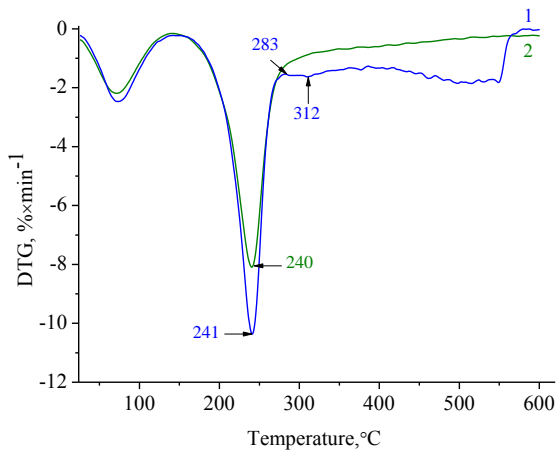


Рис. 5. Кривые DTG CS в воздухе (линия 1) и в аргоне (линия 2)

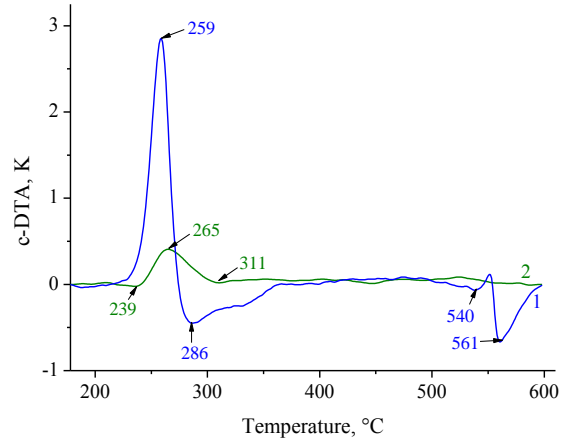


Рис. 5.1. Кривые c-DTA CS в воздухе (линия 1) и в аргоне (линия 2)

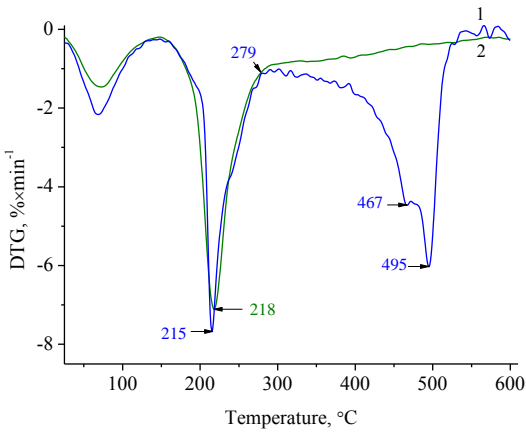


Рис. 6. Кривые DTG CSCuPs в воздухе (линия 1) и в аргоне (линия 2)

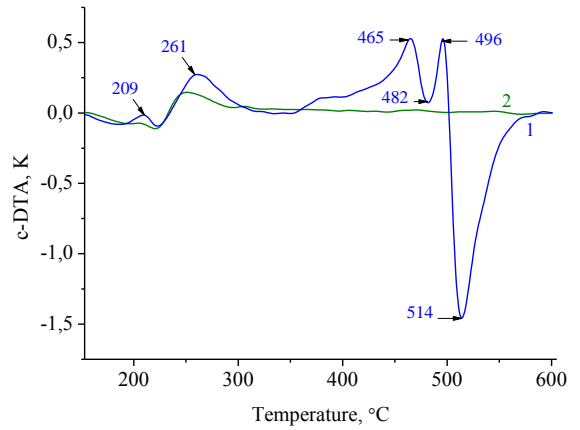


Рис. 6.1. Кривые c-DTA CSCuPs в воздухе (линия 1) и в аргоне (линия 2)

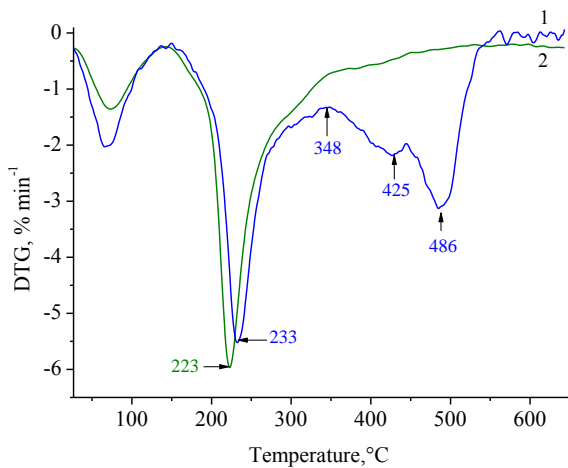


Рис. 7. Кривые DTG CSCoPs в воздухе (линия 1) и в аргоне (линия 2)

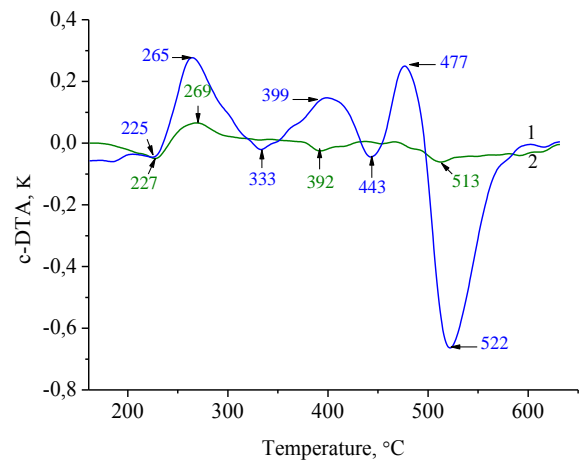


Рис 7.1. Кривые c-DTA CSCoPs в воздухе (линия 1) и в аргоне (линия 2)

Рассмотрим полученные результаты.

1. Идентичность температурной зависимости кривых DTG CS, CSCoPc и CSCuPc в окислительной и инертной среде (рис.5,6,7) сохраняется в интервале от комнатной температуры до 278, 293 и 283-293 °С, соответственно. Из вышесказанного можно сделать вывод о схожести механизма термического и термоокислительного разложения образцов в аргоне и воздухе в пределах указанных температур. Известно, что при столь относительно низких температурах происходят процессы дезаминирования, при этом оставшиеся цепи макромолекул полимера сшиваются по месту удаления NH₂- групп. Укрупнение агрегатов прогретых исследуемых образцов подтверждается данными электронной спектроскопии (рис. 8). Однако на первой стадии происходит не только дезаминирование, в масс-спектрах обнаружены также осколки уксусной кислоты, ацетальдегида, углекислого газа. Однако, их доля сравнительно не велика.

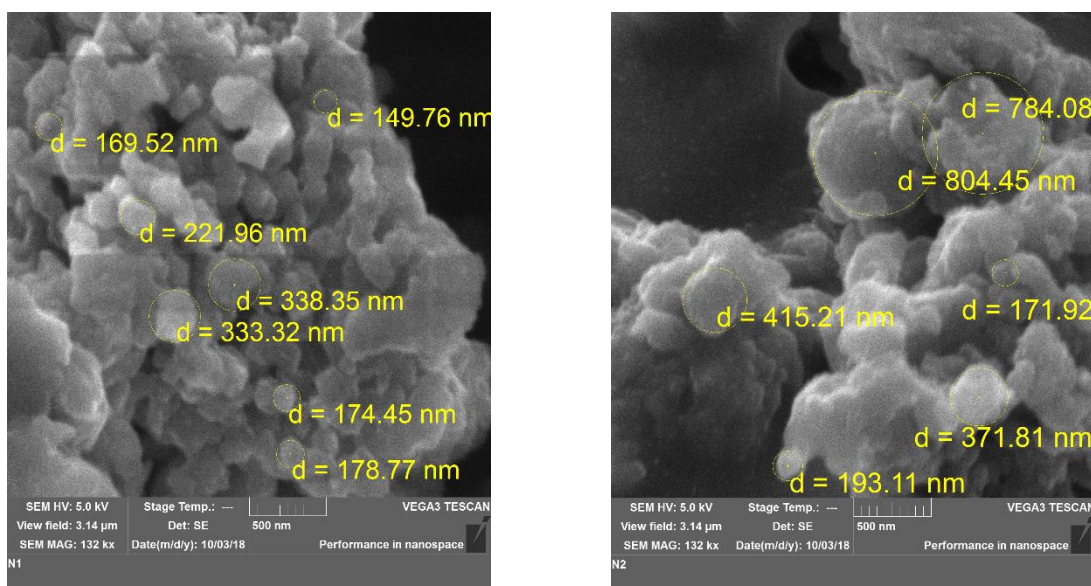


Рис. 8. Изображение структуры хитозана (а) и хитозана после нагревания (б)

2. Оценим влияние введения металлофталоцианинов в состав хитозана. Судя по полученным данным, введение макрогетероциклических соединений снижает устойчивость биополимера к деградации. Данный факт логичен, как указано выше, на первой стадии как термоокисления, так и пиролиза происходит дезаминирование, результатом которого является сшивка макроцепей биополимера. Металлофталоцианиновые соединения иммобилизуются в хитозане за счет H-связывания с NH₂-группами полимера, сульфо-групп фталоцианинов. Вероятно, с одной стороны указанные связи способствуют элиминации аминогрупп полимера, так как их связь ослаблена. С другой стороны, крупные фталоцианиновые соединения стерически препятствуют сшивки макроцепей, приводя к более рыхлой упаковке и тем самым способствуя удалению газообразных продуктов деструкции

3. Сравним устойчивость каждого рассматриваемого соединения при переходе от инертной среды к воздуху. Разница температур начала разложения ($T_{H}^{Air} - T_{H}^{Ar}$) на первой стадии деструкции увеличивается в ряду: CS < CSCuPc < CSCoPc. Полученная зависимость говорит о том, что металлофталоцианины проявляют антиоксидантную активность в процессах окисления полимера, с образованием газообразных продуктов (C₂H₂O, C₂H₄N, CHO, CH₄ и др.) хоть их доля на первой стадии невелика. Более наглядно антиоксидантная активность макрогетероциклических соединений проявляется на второй стадии. Причем в

случае хитозана процесс термоокисления шитых макромолекулярных цепей начинается при достижении 292 °С, а CSCuPc и CSCoPc при нагреве до 430 и 389 °С, соответственно.

Изучены процессы деструкции хитозана и его комплексов на воздухе и в аргоне. Установлено, что первая стадия – дезаминирования доминирует. Комплексообразование MPC с хитозаном приводит к стерическим затруднениям при сшивке макромолекул при дезаминировании. MPC проявляют антиоксидантные свойства в составе комплексов с хитозаном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Amaral G. P., Puntel G. O., Corte C. L. D., Dobrachinski F., Barcelos R. P., Bastos L. L., Avila D. S., Rocha J. B. T., Silva E. O., Puntel R. L., Soares F. A. A.* The antioxidant properties of different phthalocyanines // *Toxicology in Vitro*. – 2012. – №26. – С. 125-132.
2. *Dale B. W.* Effect of axial ligands upon the electronic absorption spectrum of phthalocyanineiron(II) / *B. W. Dale* // *Transactions of the Faraday Society*. – 1969. – Т. 65– P. 331-339.
3. *Herbst W., Hunger K.* Industrial organic pigments: production, properties, applications. Weinheim: Wiley-VCH, 2004. 672 p.
4. *Kobayashi T.* The far infrared spectra of phthalocyanine and its metal derivatives / *T. Kobayashi* // *Spectrochimica Acta Part A: Molecular Spectroscopy*. – 1970. – Т. 26 – № 6– P. 1313–1322.
5. *Kobayashi T.* The metal-ligand vibrations in the infrared spectra of various metal phthalocyanines / *T. Kobayashi, F. Kurokawa, N. Uyeda, E. Suito* // *Spectrochimica Acta Part A: Molecular Spectroscopy*. – 1970. – Т. 26 – № 6– P. 1305–1311.
6. *Lebedeva N. Sh., Guseinov S. S., Yurina E. S., Gubarev Y. A., Koifman O. I.* Thermochemical research of chitosan complexes with sulfonated metallophthalocyanines // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2019. – №137. – С. 1153-1160.
7. *Leznoff C.C.* Phthalocyanines, properties and application / *C.C. Leznoff, A.B.P. Lever*. – New York: VCH Publishers, 1989-1996. – V. 1-4.
8. *Salehi M. H., Karimi A. R.* Novel octa-substituted metal (II) phthalocyanines bearing 2,6-di-tertbutylphenol groups: Synthesis, characterization, electronic properties, aggregation behavior and their antioxidant activities as stabilizer for polypropylene and high density polyethylene // *Polymer Degradation and Stability*. – 2018. – №151. – С. 105-113.
9. *Wöhrle D., Schnurpfeil G., Makarov S. G., Kazarin A., Suvorova O. N.* Practical applications of phthalocyanines – from dyes and pigments to materials for optical, electronic and photo-electronic devices // *Макрогетероциклы*. – 2012. – № 5 (3). – С. 191-202.
10. *Желтов А. Я., Первалов В. П.* Основы теории цветности органических соединений: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. 347 с.
11. *Зуев К. В.* Химическое модифицирование фталоцианинов и их применение в гетерогенных системах: дис. ... канд. техн. наук : 02.00.03 / Зуев Кирилл Владимирович ; Рос. хим.-техн. ун-т им. Д. И. Менделеева – Москва., 2019. – 169 с.
12. *Фараонов М. А.* Анионные и анион-радикальные соединения фталоцианинов: синтез, структура, свойства: дис. ...канд. хим. наук : 02.00.04 / Фараонов Максим Алексеевич. – Черноголовка, 2016. – 146 с.
13. *Шапошников Г. П., Кулинич В. П., Майзлиш В. Е.* Модифицированные фталоцианины и их структурные аналоги/Под ред. О. И. Койфмана. – М.: КРАСАНД, 2012. – 480 с.

УДК 674.846

Л. А. Гусев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА С КОМБИНИРОВАННЫМ УПЛОТНЕНИЕМ

Аннотация: планирование научного эксперимента для комбинированного уплотнения водяного насоса, представляющего в единой конструкции магнитожидкостное уплотнение и сальниковое. Эксперимент включает в себя основные показатели, это уменьшение потерь на трении, сохранения начальной герметичности и величину перепада давления. Рассмотрено несколько примеров, которые показывают логическое обоснование эксперимента.

Ключевые слова: эксперимент, математическая теория, уплотнение, магнитная жидкость, сальник, герметичность, давление, трение.

L. A. Gusev

COMBINED COMPACTION EXPERIMENT DESIGN

Annotation: planning a scientific experiment for a combined water pump seal, which in a single design is a magneto-liquid seal and stuffing box. The experiment includes the main indicators; this is a decrease in friction losses, preservation of the initial tightness and the pressure drop. Several examples are considered that show the rationale for the experiment.

Keywords: experiment, mathematical theory, compaction, magnetic fluid, oil seal, tightness, pressure, friction.

Эксперимент – это научно поставленный опыт, наблюдение исследуемого явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явления [1].

Математическая теория эксперимента возникла из понимания того, что невозможно создать точно учитываемые условия для проведения научного эксперимента; результат любого эксперимента всегда связан с некоторой погрешностью, и заключается только в том, чтобы эту погрешность привести к минимуму. Нельзя говорить о планировании эксперимента, как о деятельности, направленной на наблюдение изолированного физического явления. Тогда взаимодействие явлений снимается с рассмотрения, и теряется понятие о математической модели в физике и ее экспериментальной проверке.

Очень трудно понять, что же такое научный эксперимент. Приведем пример, который покажет логический анализ эксперимента и важную роль в планировании конкретного – содержательного значения эксперимента. Рассмотрим экспериментальный стенд, на котором определяются основные эксплуатационные характеристики уплотнений водяного насоса: герметичность, время сохранения начальной герметичности, время сохранения начального момента трения и герметичности, величина перепада давления компенсируемый уплотнительным устройством и стабильностью компенсируемого давления (Рис.1).

На разработанном стенде планируется провести экспериментальные исследования эксплуатационных характеристик комбинированного уплотнения водяного насоса. Исследования будут проводиться следующим образом. В камеру 8 заливается исследуемая жидкость и с помощью насоса 4 в камере создается требуемое давление. С помощью крана 7 камера отсоединяется от насоса 4. С помощью нанометра 2 и прибора 8 измеряется давление в камере и его стабильность во времени при неподвижном вале уплотнения с целью определения качества сборки, которая должна обеспечивать герметичность уплотнения в начале испытаний. В случае герметичности уплотнения фиксируется время начала испытаний. Следующее испытание будет проводиться по времени сохранения герметичности

при рабочих параметрах: частоты вращения вала уплотнения, температуре воздействующей среды. Температура рабочей среды создается включением нагревателя 9 и его стабилизацией. Рабочая частота вращения создается двигателем 2 и поддерживается блоком питания, который усиливается тензобалками, сигнал которой усиливается и поступает на прибор, который одновременно проводит запись сигнала, поступающего с тензобалок во времени.

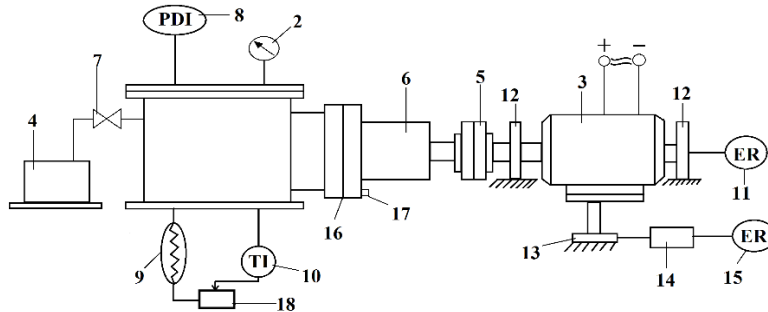


Рис. 1. Экспериментальный стенд

1 – бак; 2 – манометр; 3 – двигатель; 4 – насос; 5 – соединительная муфта; 6 – комбинированное МЖУ; 7 – кран; 8 – прибор для измерения давления; 9 – нагреватель; 10 – прибор для измерения температуры жидкости; 11 – прибор для измерения частоты вращения двигателя; 12 – подшипниковые опоры для двигателя; 13 – тензобалка; 14 – тензоуселитель; 15 – показывающий прибор с самописцем; 16 – статическое уплотнение; 17 – крепежные шпильки; 18 – реостат

Деформация сальниковой набивки происходит под действием силы, создаваемой за счёт воздействия силового элемента или под действием передвижения полюса, как в конструкции уплотнения. В этом случае за счёт сжатия волокон материала набивки происходит увеличение её герметичности с одновременным возрастанием усилия прижатия набивки к поверхности втулки, которая на поверхности, соприкасающейся с набивкой, выделяет смазочный материал, в результате возрастает герметичность. Для стабильности герметизации необходимо постоянное воздействие на сальниковый уплотнитель по мере его выработки, что осуществляется в конструкции уплотнения.

Экспериментальная установка изготовлена для определения коэффициента трения в сальниковых набивках, предназначенных для герметизации вращающихся валов при различных условиях работы уплотнения: частота вращения уплотняемого вала, уплотнительная среда, температура уплотняемой среды, вид набивки. Необходимость экспериментального определения коэффициента трения вызвана тем, что его величина зависит от материала набивки, условий её изготовления, наличия пропитки колец в сальниковой набивке, уплотняемой среды.

Опишем математическую модель предложенного эксперимента. В данном случае выход продукта y линейно зависит от трех переменных (факторов) [2]:

- x_1 – момент трения;
- x_2 – перепад давления;
- x_3 – герметичность,

Сделаем оценку значения коэффициента регрессии линейного уравнения (1):

$$E[y] = \eta = \theta_0 + \theta_1 \cdot x_1 + \theta_2 \cdot x_2 + \theta_3 \cdot x_3, \quad (1)$$

где: E – знак математического ожидания

Разброс переменных будет только на двух уровнях и обозначаться символами «-1» (нижний придел) и «+1» (верхний придел). Например, диапазон температуры опытов будет 100°C и 120°C. В данном примере можно воспользоваться матрицей планирования опытов эксперимента, для этого используем таблицу 1.

Таблица 1. Планирование эксперимента с помощью линейной модели

№	Матрица коэффициентов X				Результат
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	
1	+1	+1	-1	-1	Y ₁
2	+1	-1	+1	-1	Y ₂
3	+1	-1	-1	+1	Y ₃
4	+1	+1	+1	+1	Y ₄

При планировании эксперимента учитываются условия:

$$\sum_{u=1}^N x_{iu} = 0 \quad (2)$$

Условие (2) описывает ортогональности системы (скалярное произведение двух элементов пространства равно нулю);

$$\sum_{u=1}^N x_{iu}^2 = N \quad (3)$$

(3) является условием нормировки (если физическая система существует, то она находится в одном из доступных ей состояний).

$$\sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} = 0 \quad (4)$$

Условие (4) описывает попарную ортогональности столбцов (скалярные произведения всех векторов-столбцов равны нулю);

При проведении эксперимента следует учесть следующие условия:

1. Переменные X₂ и X₃ находится на нижнем уровне, а X₁ находится на верхнем;
2. Переменная X₁ и X₃ находится на нижнем уровне, а X₂ находится на верхнем;
3. Переменная X₁ и X₂ находится на нижнем уровне, а X₃ находится на верхнем;

Таким образом в работе представлено планирования эксперимента для определения коэффициента трения в сальниковых набивках, предназначенных для герметизации вращающихся валов при различных условиях работы уплотнения на основе разработанной экспериментальной установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большая Советская Энциклопедия, 2-е изд., т. 48, 1957
2. Логические основания планирования эксперимента: В.В. Налимов, Т.И. Голикова, - М., Металлургия, 1976. 128с.
3. А. П. Сизов, В. С. Еловский, М. А. Колбашов, Е. В. Зарубина, В. А. Комельков, А. В. Топоров. Комбинированное магнитожидкостное уплотнение Патент на изобретение RU2663438C1 2018-08-06
4. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / А.А. Кондаков, А.И. Голубев, В.Б. Овандер и др.; Под общ. ред. А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. - М.: Машиностроение, 1986.- 464 с.

5. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / А.А. Кондаков, А.И. Голубев, В.Б. Овандер и др.; Под общ. ред. А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. - М.: Машиностроение, 1986.- 464 с., ил.

6. Магнитные жидкости в машиностроении / Д.В. Орлов, Ю.О. Михалёв, Н.К. Мышкин и др.; Под общ. ред. Д.В. Орлова, В.В. Подгоркова. - М.: Машиностроение, 1993. - 272 с.

УДК 537.525

А. М. Ефремов^{1,2}, К.-Н. Kwon³

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

³ Korea University

О ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕНЕРАЦИИ АТОМОВ ФТОРА В ПЛАЗМЕ СМЕСИ $C_4F_8 + O_2 + Ar$

Аннотация: Исследована возможность управления скоростью образования и концентрацией атомов фтора в плазме $C_4F_8 + O_2 + Ar$ с помощью варьирования соотношений начальных концентраций $[Ar]/[O_2]$ и $[C_4F_8]/[O_2]$. При совместном использовании методов диагностики и моделирования плазмы: а) выявлены ключевые процессы, определяющие кинетику атомов фтора в данной системе; и б) проведен анализ влияния начального состава смеси на стационарные концентрации атомарных и молекулярных продуктов плазмохимических реакций в газовой фазе. Установлено, что наиболее благоприятные условия для генерации атомов фтора обеспечиваются при $[O_2] > [C_4F_8]$.

Ключевые слова: C_4F_8 , плазма, диагностика, моделирование, концентрация, кинетика, диссоциация, взаимодействие.

А. М. Efremov, K.-N. Kwon

ON EFFICIENCY OF FLUORINE ATOM GENERATION IN $C_4F_8 + O_2 + Ar$ GAS MIXTURE PLASMA

Annotation: The possibility to control both formation rate and density of fluorine atoms in $C_4F_8 + O_2 + Ar$ plasma using the variation in initial concentrations for $[Ar]/[O_2]$ and $[C_4F_8]/[O_2]$ was investigated. The combination of plasma diagnostics and modeling tools allowed one: a) to figure out key processes which determine the fluorine atom kinetics in given gas system; and b) to analyze the influence of gas mixing ratios on the steady-state densities of atomic and molecular products of plasma chemical reactions. It was found that the preferable conditions for the generation of fluorine atoms correspond to $[O_2] > [C_4F_8]$.

Keywords: C_4F_8 , plasma, diagnostics, modeling, density, kinetics, dissociation, interaction.

Фторуглеродные газы с низким отношением F/C в исходной молекуле, например - C_4F_8 , активно используются в технологии интегральной микроэлектроники при проведении процессов плазменного травления кремния и его соединений [1, 6]. Основной особенностью таких газов является высокая полимеризационная способность, которая позволяет получать высокую селективность травления в системе SiO_2/Si (за счет меньшей толщины фторуглеродной полимерной пленки на кислородсодержащей поверхности) и анизотропное травление кремния при формировании элементов рельефа с высоким аспектным соотношением (за счет пассивации боковых стенок фторуглеродным полимером) [5, 6]. Очевидно, что эффективная организация и оптимизация советующих технологических процессов требуют понимания взаимосвязей условий обработки с внутренними

характеристиками плазмы (электрофизическими параметрами, составом газовой фазы), определяющими плотности потоков активных частиц на обрабатываемую поверхность. Одним из основных типов активных частиц в этом плане являются атомы фтора, которые обеспечивают травление обрабатываемого материала за счет газификации атомов поверхности при образовании летучих фторидов кремния SiF_x . Принимая во внимание тот факт, что гетерогенная реакция $\text{Si} + x\text{F} \rightarrow \text{SiF}_x$ протекает по спонтанному механизму (то есть не требует дополнительной активации ионной бомбардировкой или другими факторами плазмы), единственным инструментом воздействия на ее скорость в условиях постоянства температуры поверхности является концентрация атомов фтора в газовой фазе. Такая ситуация обуславливает высокий интерес изучению физико-химических свойств плазмы C_4F_8 в плане поиска методов целенаправленного воздействия на концентрацию атомов фтора.

В последние годы было опубликовано несколько работ, посвященных экспериментальным и теоретическим исследованиям плазменных систем на основе C_4F_8 . Результаты этих работ выявили механизмы процессов, формирующих стационарный состав плазмы C_4F_8 и $\text{C}_4\text{F}_8 + \text{Ar}$, обеспечили достоверные данные по зависимостям концентраций нейтральных и заряженных частиц от условий возбуждения разряда, а также позволили сформировать кинетические схемы (наборы реакций и констант скоростей) для корректного описания кинетики плазмохимических процессов в соответствующих системах. Значительно меньшее внимание было уделено кислородсодержащим смесям, в которых начальный состав смеси может являться эффективным инструментом воздействия на кинетику образования атомов фтора. Так, например, в нашей работе [3] было показано, что изменение соотношений концентраций различных компонентов в смеси $\text{CF}_4 + \text{O}_2 + \text{Ar}$ существенно влияет на кинетику нейтральных частиц и приводит к неодинаковым зависимостям концентрации атомов фтора от начального состава смеси. Целью данной работы являлось исследование взаимосвязей внешних и внутренних параметров плазмы $\text{C}_4\text{F}_8 + \text{O}_2 + \text{Ar}$ при варьировании соотношений $[\text{Ar}]/[\text{O}_2]$ и $[\text{C}_4\text{F}_8]/[\text{O}_2]$ в исходной смеси. Основное внимание было направлено на 1) изучение особенностей кинетики атомов фтора в присутствии кислорода; и 2) выявление механизмов влияния начального состава смеси на стационарный состав плазмы.

Эксперименты проводились в реакторе планарного типа [2-4] в условиях индукционного ВЧ (13.56 МГц) разряда. В качестве постоянных внешних параметров плазмы выступали вкладываемая мощность $W = 900$ Вт, давление газа $p = 10$ мтор (1.33 Па) и общий расход плазмообразующего газа $q = 40$ станд. см³/мин. Варьируемым параметром являлся начальный состав плазмообразующей смеси, задаваемый варьированием парциальных расходов пары компонентов при неизменном значении расхода третьего компонента. В первой экспериментальной серии расход C_4F_8 фиксировался на постоянном уровне 20 станд. см³/мин, при этом расходы O_2 и Ar варьировались в пределах $q_{\text{O}_2} + q_{\text{Ar}} = 20$ станд. см³/мин. Таким образом, доля C_4F_8 в плазмообразующей смеси всегда составляла 50%, при этом другие 50%, при этом увеличение доли кислорода $y_{\text{O}_2} = q_{\text{O}_2}/q$ в диапазоне 0–50% соответствовало переходу от системы $\text{C}_4\text{F}_8 + \text{Ar}$ к системе $\text{C}_4\text{F}_8 + \text{O}_2$. Во второй экспериментальной серии фиксировали величину $q_{\text{Ar}} = 20$ станд. см³/мин ($y_{\text{Ar}} = \text{const} = 50\%$) и аналогично первой серии варьировали расходы C_4F_8 и кислорода. Таким образом, увеличение y_{O_2} в диапазоне 0–50% соответствовало переходу от системы $\text{C}_4\text{F}_8 + \text{Ar}$ к системе $\text{Ar} + \text{O}_2$.

Данные по электрофизическим параметрам плазмы получали с помощью двойного зонда Лангмюра DLP2000 (Plasmat Inc., Korea), снабженного системой импульсной очистки зондов ионной бомбардировкой для измерений в полимеробразующих газах. Кроме этого, для минимизации искажений зондовых вольт-амперных характеристик (ВАХ), перед каждым измерением зонды дополнительно очищались в плазме 50% $\text{Ar} + 50\% \text{O}_2$ в течении ~ 2 мин.

Обработка зондовых ВАХ обеспечивала данные по температуре электронов (T_e) и плотности ионного тока (J_+).

Для получения данных по кинетике плазмохимических процессов и составу плазмы $C_4F_8 + O_2 + Ar$ использовалась 0-мерная кинетическая модель, подробно описанная в наших работах [2, 3]. Алгоритм моделирования базировался на совместном решении уравнений химической кинетики нейтральных и заряженных частиц с использованием типовых допущений для области давлений $p < 20$ мтор [5]. Базовая кинетическая схема (набор реакций и соответствующих констант скоростей) для смеси $C_4F_8 + O_2 + Ar$ была позаимствована из нашей работы [2]. Ранее неоднократно отмечалось, что стационарный состав плазмы в смесях фторуглеродных газов с кислородом в значительной степени определяется объемными процессами вида $CF_x + O/O(^1D) \rightarrow COF_{x-1} + F$ [5]. Для более корректного учета таких процессов кинетическая схема была дополнена реакциями образования и гибели атомов O и $O(^1D)$ с участием метастабильных молекул $O_2(a^1\Delta)$ и $O_2(b^1\Sigma)$. Выходными параметрами модели служили скорости процессов образования и гибели частиц, их концентрации и плотности потоков на поверхность, контактирующую с плазмой.

Кинетика плазмохимических процессов в смесях $C_4F_8 + Ar$ подробно изучалась в наших предшествующих работах [2, 4]. Так, основными компонентами газовой фазы в отсутствие кислорода являются CF_x ($x = 1-3$) и C_2F_x ($x = 3, 4$) (рис.1), при этом продуктами диссоциации первой ступени (то есть образующимися при распаде исходных молекул C_4F_8) являются только CF_2 (R1: $C_4F_8 + e \rightarrow C_3F_6 + CF_2 + e$) и C_2F_4 (R3: $C_4F_8 + e \rightarrow 2C_2F_4 + e$). Выполнение условия $n_{CF_2} > n_{C_2F_4}$ обеспечивается реакциями R3: $C_2F_4 + e \rightarrow 2CF_2 + e$, R4: $C_2F_4 + e \rightarrow C_2F_3 + F + e$ и R5: $C_2F_4 + F \rightarrow CF_2 + CF_3$. Высокие концентрации радикалов CF являются следствием эффективной генерации этих частиц по R6: $CF_2 + e \rightarrow CF + F + e$ и R7: $C_2F_3 + e \rightarrow CF_2 + CF + e$. Немногим более низкое значение n_{CF_3} поддерживается за счет R5 и группы гетерогенных процессов R8: $CF_x + F \rightarrow CF_{x+1}$ для $x = 2$. Соответственно, основным механизмом образования атомов фтора являются процессы вида R9: $CF_x + e \rightarrow CF_{x-1} + F + e$ ($x = 1-3$), при этом в качестве доминирующих каналов гибели этих частиц выступают R5 и R8. Значительный вклад R5 в общую скорость гибели атомов фтора приводит к $n_F < n_{CF_x}$.

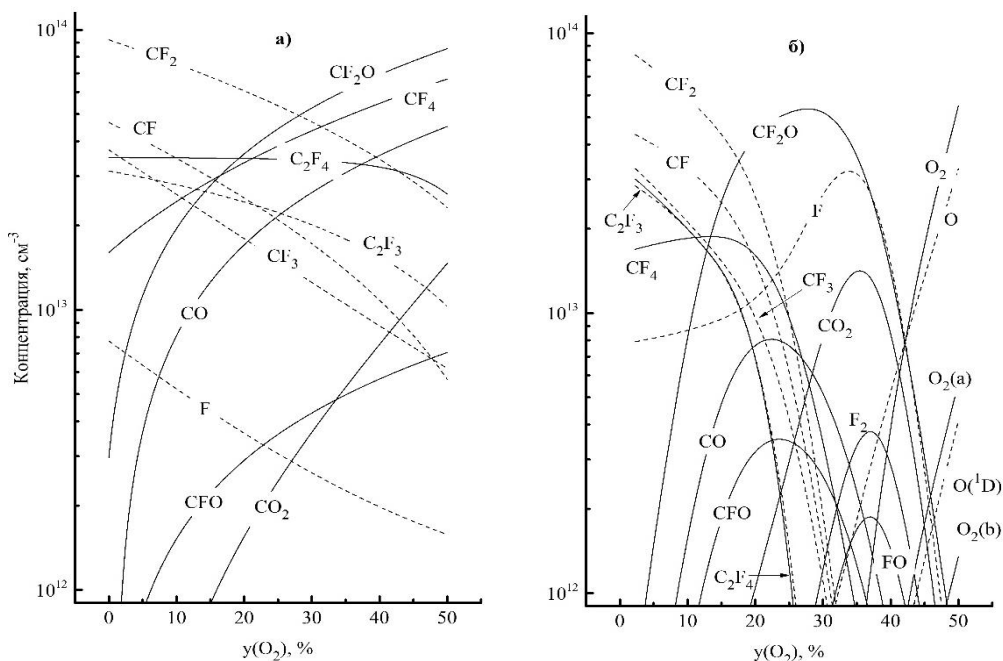


Рис. 1. Концентрации нейтральных частиц в плазме смеси $C_4F_8 + O_2 + Ar$: а) при $y_{C_4F_8} = \text{const}$; б) при $y_{Ar} = \text{const}$.

Анализ кинетики плазмохимических процессов в кислородсодержащих смесях позволяет сформулировать следующие основные особенности данных систем:

– Замещение аргона на кислород (то есть увеличение y_{O_2} при $y_{C_4F_8} = \text{const}$) приводит к двум основным эффектам, оказывающим противоположное действие на кинетику образования атомов фтора. Во-первых, имеет место снижение эффективности R9 (в ~ 2 раза при $y_{O_2} = 0-50\%$) по причине одновременного снижения температуры (4.3–3.2 эВ при 0–50% O_2) и концентрации ($5.0 \times 10^{10} - 3.9 \times 10^{10} \text{ см}^{-3}$ при 0–50% O_2) электронов. И, во-вторых, возникают новые механизмы образования атомов фтора в процессах объемного атомно-молекулярного взаимодействия с участием O и $O(^1D)$. Основными из этих механизмов являются R10: $CF_x + O \rightarrow CF_{x-1}O + F$ и R11: $CF_x + O(^1D) \rightarrow CF_{x-1}O + F$, которые, в свою очередь, инициируют R12: $CF_xO + e \rightarrow CF_{x-1}O + F + e$. В то же время, эффективная гибель молекул O_2 в R13: $CF + O_2 \rightarrow CFO + O$ и R14: $C + O_2 \rightarrow CO + O$ существенно ограничивает скорость образования атомов O и $O(^1D)$ по R15: $O_2 + e \rightarrow 2O + e$, R16: $O_2 + e \rightarrow O + O(^1D) + e$ и R17: $O + e \rightarrow O(^1D) + e$. В результате, реакции R10 и R11 протекают в условиях недостатка активного кислорода, при этом во всем исследованном диапазоне состава смеси для скоростей соответствующих процессов выполняется условие $R_9 > R_{10} + R_{11} + R_{12}$. Поэтому с ростом y_{O_2} концентрации радикалов CF_x и атомов фтора монотонно снижаются при сохранении соотношения $n_{CF_x}/n_F > 1$ (рис. 1(a)).

– При замещении C_4F_8 на кислород (то есть при увеличении y_{O_2} в условиях $y_{Ar} = \text{const}$) ситуация значительно отличается от описанной выше. Во-первых, противоположные изменения температуры (4.3–3.6 эВ при 0–50% O_2) и концентрации ($5.0 \times 10^{10} - 6.3 \times 10^{10} \text{ см}^{-3}$ при 0–50% O_2) электронов способствуют сохранению эффективности генерации атомов фтора в процессах электронного удара R9. И, во-вторых, изменение начального состава смеси приводит к пропорциональному снижению числа фторуглеродных частиц, поступающих в реактор с плазмообразующим газом. Вследствие этого, скорости гибели молекул O_2 в реакциях R13 и R14 резко снижаются, что закономерно вызывает как резкий рост концентраций O и $O(^1D)$, так и увеличение эффективности ступенчатой диссоциации радикалов CF_x по механизмам R10 и R11. В результате, скорости последних в купе с R12 обеспечивают увеличение суммарной скорости образования атомов фтора в области $y_{O_2} < 30\%$. При более высоких содержаниях кислорода в смеси суммарная скорость образования атомов фтора снижается, следуя поведению как R_9 , так и $R_{10} + R_{11} + R_{12}$ из-за недостатка фторсодержащих частиц. Одновременно имеет место снижение частоты гибели атомов фтора по R5 из-за аналогичного изменения концентрации C_2F_4 . Сочетание этих факторов приводит к немонотонной (с максимумом при 30–35% O_2) зависимости концентрации атомов фтора от начального состава смеси, при этом максимальная величина n_F в ~ 4 раза превышает начально значение (рис. 1(б)).

Представленные данные показывают, что начальный состав смеси $C_4F_8 + O_2 + Ar$ является действенным инструментом регулирования концентрации атомов фтора в плазме. В частности, условие $y_{O_2} > y_{C_4F_8}$ обеспечивает эффективное подключение механизмов ступенчатой диссоциации радикалов CF_x при взаимодействии с атомами кислорода и способствует увеличению концентрации атомов фтора по сравнению с бескислородными системами. Данный эффект открывает возможности оптимизации режимов плазмохимических технологических процессов в смесях на основе C_4F_8 .

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-07-00804А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Advanced plasma processing technology. John Wiley & Sons Inc. New York. 2008. 479 p.
2. *Chun I., Efremov A., Yeom G. Y., Kwon K.-H.* A comparative study of CF₄/O₂/Ar and C₄F₈/O₂/Ar plasmas for dry etching applications // *Thin Solid Films*. 2015. V. 579. P. 136-148.
3. *Efremov A., Lee J., Kim J.* On the control of plasma parameters and active species kinetics in CF₄+O₂+Ar gas mixture by CF₄/O₂ and O₂/Ar mixing ratios // *Plasma Chem. Plasma Process.* 2017. V. 37. P. 1445-1462.
4. *Lee J., Efremov A., Yeom G. Y., Lim N., Kwon K.-H.* Application of Si and SiO₂ Etching Mechanisms in CF₄/C₄F₈/Ar Inductively Coupled Plasmas for Nanoscale Patterns // *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2015. V. 15. P. 8340-8347.
5. *Lieberman M. A., Lichtenberg A. J.* Principles of plasma discharges and materials processing. New York. John Wiley & Sons Inc. 2005. 757 p.
6. *Wolf S., Tauber R. N.* Silicon Processing for the VLSI Era. Volume 1. Process Technology. Lattice Press. New York. 2000. 416 p.

УДК 544.43

П. Е. Заборщикова, А. В. Двойникова, Л. Б. Кочетова, Т. П. Кустова, А. А. Круглякова
ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РЕАКЦИЙ ГИДРАЗИДОВ БЕНЗОЙНОЙ И БЕНЗОЛСУЛЬФОНОВОЙ КИСЛОТ С 3-НИТРОБЕНЗОЛСУЛЬФОНИЛХЛОРИДОМ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ

Аннотация: Проведено квантово-химическое моделирование механизмов реакций 3-нитробензолсульфонилхлорида с бензгидразидом и бензолсульфогидразидом в газовой фазе. Установлено их протекание по механизму бимолекулярного согласованного нуклеофильного замещения. Активированные комплексы реакций имеют конфигурацию, промежуточную между тригонально-бипирамидальной и тетрагонально-пирамидальной вследствие реализации маршрута реакции с изменяющимся углом атаки нуклеофила. Рассчитаны энергии активации реакций, их величины согласуются с имеющимися экспериментальными данными по реакционной способности аминсоединений в сульфонилировании.

Ключевые слова: квантово-химическое моделирование, сульфонилирование, бензгидразид, бензолсульфогидразид, механизм реакции, поверхность потенциальной энергии

P. E. Zaborshchikova, A. V. Dvoynikova, L. B. Kochetova, T. P. Kustova, A. A. Kruglyakova

QUANTUM CHEMICAL SIMULATION OF MECHANISM OF REACTIONS OF BENZOIC AND BENZENSULFONIC ACIDS HYDRAZIDES WITH 3-NITROBENZENESULFONYL CHLORIDE IN GASEOUS PHASE

Annotation: Quantum chemical simulation of the mechanisms of 3-nitrobenzenesulfonyl chloride reactions with benzenehydrazide and benzenesulfohydrazide is carried out in gaseous phase. Their occurrence by the concerted bimolecular mechanism of nucleophilic substitution is established. Transition states of the reactions have structure medium between trigonal bipyramid and tetragonal pyramid due to realization of the reaction route with varying angle of nucleophilic attack. Activation energies of the reactions are calculated, their magnitudes agrees with experimental data on reactivity of amino compounds in sulfonylation.

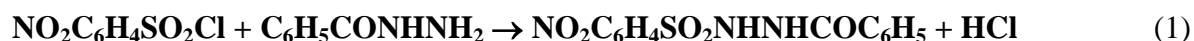
Keywords: quantum chemical simulation, sulfonylation, benzenehydrazide, benzenesulfohydrazide, reaction mechanism, potential energy surface

Реакции аренсульфонилхлоридов с ароматическими аминами, амидами, гидразидами ароматических карбоновых и сульфоновых кислот применяются в синтезе полупродуктов и красителей, фармацевтических препаратов, клеящих веществ и полимеров. Для оптимизации условий синтеза производных сульфоновых кислот с целью снижения финансовых и временных затрат на их производство необходимым является знание механизмов указанных реакций. В то же время механизмы реакций сульфонилирования гидразидов на сегодняшний день не изучены, в литературе отсутствуют также данные по кинетическим исследованиям указанных реакций.

В литературе для реакций аминсоединений разных классов с аренсульфонилхлоридами предлагаются два равновероятных и неразличимых кинетическими методами механизма – одностадийный механизм бимолекулярного согласованного нуклеофильного замещения S_N2 , в котором разрыхление связи S-Cl и образование связи S-N происходят одновременно в переходном состоянии реакции и стадийный механизм присоединения-отщепления S_{AN} , в котором сначала образуется связь S-N, а затем происходит разрыв связи S-Cl, при этом реакция протекает с образованием интермедиата [3].

Целью настоящей работы явилось исследование механизма сульфонилирования гидразидов бензойной и бензолсульфоновой кислот с помощью квантово-химического подхода.

Методами HF/6-31G(d) и DFT//B3LYP/6-311G(d,p) с помощью программного пакета Firefly 7.1g [1] нами проведено квантово-химическое моделирование механизмов газофазных реакций 3-нитробензолсульфонилхлорида с гидразидами бензойной (1) и бензолсульфоновой кислот (2) путем построения поверхностей потенциальной энергии (ППЭ) реакций. Данный подход позволяет устанавливать механизм реакций напрямую.



При проведении моделирования в качестве варьируемых внутренних координат реакции использовали расстояние между атомами серы сульфонилхлорида и азота нуклеофила (гидразида), образующими сульфамидную связь в продукте реакции – $r(\text{S-N})$, и угол атаки молекулы нуклеофила на сульфонильную группу ($\angle C_{Ar}SN$). Расстояние $r(\text{S-N})$ варьировали в пределах 4,5-1,5 Å с шагом 0,1 Å, а угол атаки нуклеофила меняли от 90° , что соответствовало фронтальной атаке нуклеофила на реакционный центр, до 180° , что соответствовало аксиальной атаке нуклеофила, с шагом 10° . В каждой точке потенциальной поверхности указанные внутренние координаты фиксировали и проводили оптимизацию геометрии системы. На основании результатов анализа полученных ППЭ, на них были локализованы седловые точки; их соответствие переходным состояниям реакций подтверждалось наличием в их колебательном спектре единственной мнимой (отрицательной) частоты.

Контурные карты полученных потенциальных поверхностей представлены на рис.1.

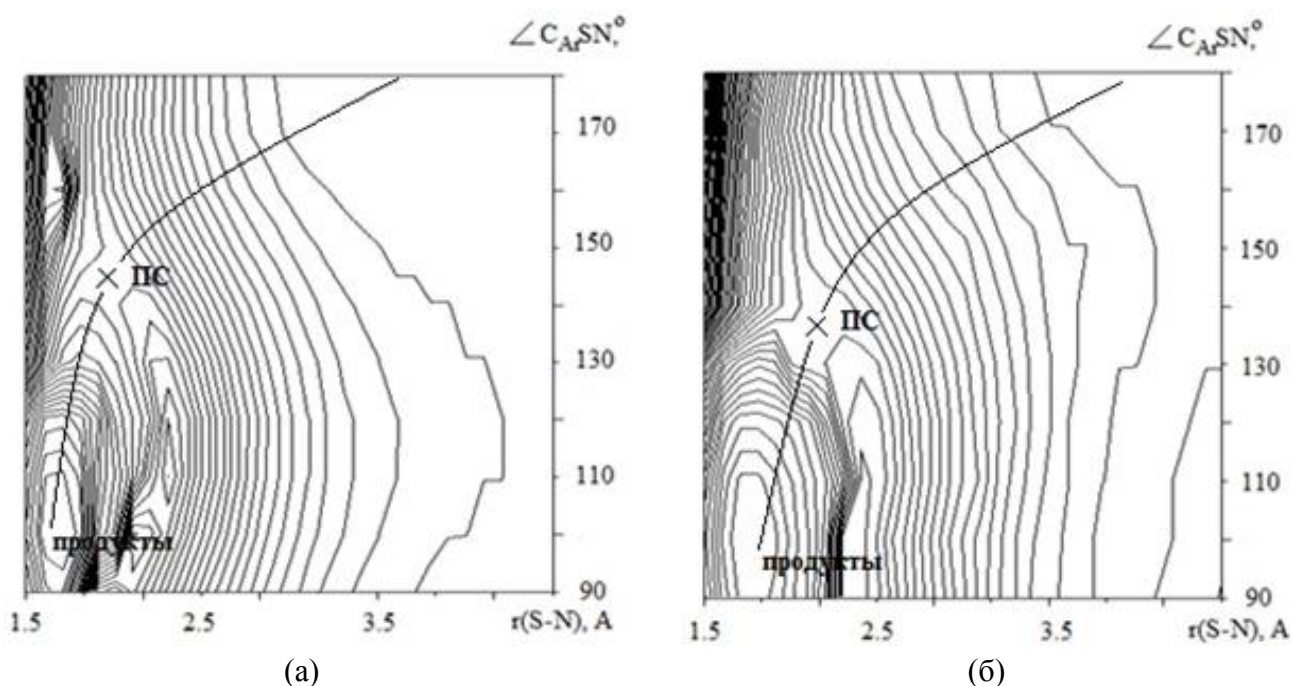


Рис. 1. Контурные карты поверхностей потенциальной энергии реакций 3-нитробензолсульфонилхлорида с бензгидразидом (а) и бензолсульфогидазидом (б).

Из данных рис. 1 видно, что обе изучаемые реакции протекают в одну стадию: на каждой потенциальной поверхности присутствует единственная седловая точка, соответствующая переходному состоянию реакции, и единственный минимум, соответствующий продуктам. Структура продуктов реакций показана на рис.2.

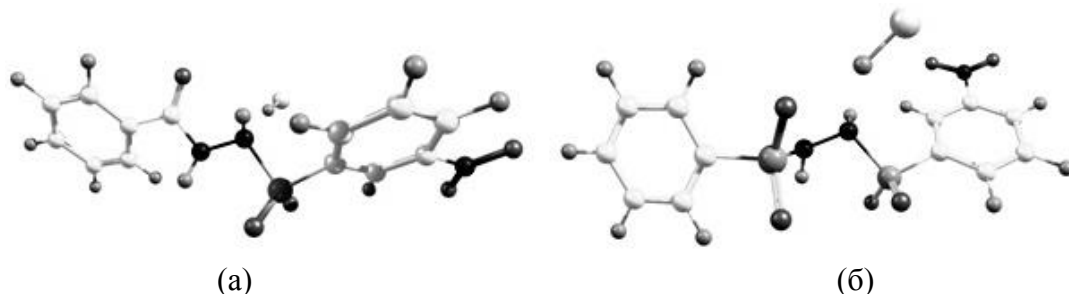


Рис. 2. Структура продуктов реакций 3-нитробензолсульфонилхлорида с бензгидразидом (а) и бензолсульфогидазидом (б); $r(S-N)=1,8 \text{ \AA}$, $\angle C_{Ar}SN=100^\circ$.

Образование продуктов реакций – сульфамидов – происходит при достижении минимума на потенциальных поверхностях при $r(S-N) \approx 1,8 \text{ \AA}$. Одновременно с образованием целевого продукта происходит отщепление молекулы побочного продукта – хлороводорода, на что указывают длины рвущихся связей N-H и S-Cl: в активированных комплексах они равны соответственно: $1,005 \text{ \AA}$, $2,642 \text{ \AA}$ в реакции (1) и $0,978 \text{ \AA}$, $2,738 \text{ \AA}$ – в реакции (2), а в продуктах – $2,239 \text{ \AA}$, $4,403 \text{ \AA}$ в реакции (1) и $3,382 \text{ \AA}$, $4,391 \text{ \AA}$ – в реакции (2), а также длина образующейся связи H-Cl: в активированном комплексе она составляет $2,471 \text{ \AA}$ в реакции (1) и $2,188 \text{ \AA}$ – в реакции (2), а в продуктах – $1,275 \text{ \AA}$ в реакции (1) и $1,304 \text{ \AA}$ – в реакции (2). При этом связи N-H и S-Cl лежат в одной плоскости, о чем свидетельствует изменение величины торсионного угла $\angle Cl-S-N-H$: в активированных комплексах она составляет $52,2^\circ$ в реакции (1) и $35,9^\circ$ – в реакции (2), а в продуктах $0,2^\circ$ в реакции (1) и $0,4^\circ$ – в реакции (2).

Наличие единственного пути минимальной энергии на рассчитанных ППЭ и единственной седловой точки на нем, при отсутствии минимумов, соответствующих промежуточным продуктам реакции, указывает на протекание моделируемых процессов по

механизму бимолекулярного согласованного нуклеофильного замещения S_N2 . Этот вывод подтверждает выдвинутое нами ранее предположение [2] о протекании реакций аминокислот разных классов с различными ацилирующими агентами по единому механизму бимолекулярного согласованного нуклеофильного замещения S_N2 .

В изученных процессах реализуется маршрут, начинающийся аксиальной атакой нуклеофила ($\angle C_{Ar}SN=180^\circ$). При сближении молекул реагентов угол атаки нуклеофила уменьшается, достигая 147° в переходном состоянии реакции бензгидраза с 3-нитробензолсульфонилхлоридом и 135° – в переходном состоянии реакции с участием бензолсульфогидраза и 100° – в продуктах реакций. Следствием реализации такого маршрута является структура активированных комплексов реакций, промежуточная между тригонально-бипирамидальной и тетрагонально-пирамидальной. На рис. 3 в качестве примера показана структура активированного комплекса реакции бензгидраза с 3-нитробензолсульфонилхлоридом. В табл. 1 приведены рассчитанные геометрические характеристики активированных комплексов реакций (1) и (2).

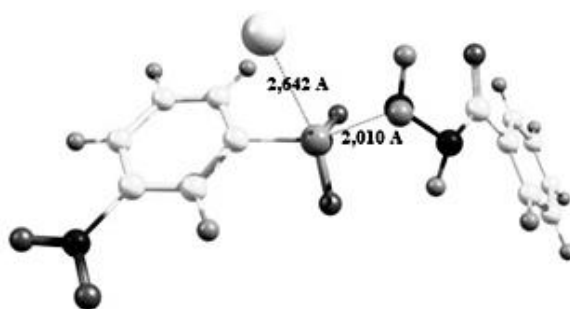


Рис. 3. Структура активированного комплекса реакции 3-нитробензолсульфонилхлорида с бензгидразидом; $r(S-N)=2,010 \text{ \AA}$, $\angle C_{Ar}SN=147^\circ$.

Таблица 1. Геометрические характеристики активированных комплексов реакций 3-нитробензолсульфонилхлорида с бензгидразидом (1) и бензолсульфогидразидом (2)

Реакция	$r(S-N), \text{ \AA}$	$P(S-N)$	$r(S-Cl), \text{ \AA}$	$P(S-Cl)$	$\angle C_{Ar}SN, ^\circ$	$\angle CISNH, ^\circ$
(1)	2.010	0.42	2.642	0.46	147	52.2
(2)	2.000	0.38	2.738	0.31	135	35.9

Близкие длины и порядки образующейся и рвущейся связей в активированных комплексах свидетельствуют о том, что разрыхление связи S-Cl сульфонила и формирование связи S-N продуктов реакций (1) и (2) происходят почти одновременно.

По разнице энергий переходных состояний и реагентов рассчитаны величины энергий активации изученных реакций, они составили $178,4 \text{ кДж/моль}$ для реакции 3-нитробензолсульфонилхлорида с бензгидразидом и $199,3 \text{ кДж/моль}$ – для реакции с участием бензолсульфогидраза. Полученные величины близки к рассчитанной ранее [2] энергии активации реакции аммиака с бензолсульфонилхлоридом и сильно превышают рассчитанные величины энергий активации реакций α -аминокислот с бензолсульфонилхлоридом и 3-нитробензолсульфонилхлоридом, полученные в [2]. Этот факт согласуется с реакционной способностью гидразидов в сульфонилировании, более низкой по сравнению с реакционной способностью аминокислот и близкой к реакционной способности аммиака.

В то же время, рассчитанные величины энергий активации весьма высоки вследствие того, что моделирование проводилось для газофазных процессов. В [2] нами показано, что учет влияния растворителя при моделировании должен позволить получить более низкие значения этих величин.

Выводы и перспективы дальнейших исследований:

Таким образом, путем расчета ППЭ нами проведено квантово-химическое моделирование механизмов реакций 3-нитробензолсульфонилхлорида с безгидразидом и бензолсульфогидразидом в газовой фазе.

Установлено, что в обоих рассмотренных случаях при протекании реакции реализуется маршрут, начинающийся как аксиальная атака нуклеофила, с углом атаки, который уменьшается на протяжении всего взаимодействия. Процессы протекают по механизму бимолекулярного согласованного нуклеофильного замещения S_N2 через единственное переходное состояние.

Активированные комплексы изученных реакций имеют конфигурацию, промежуточную между тригонально-бипирамидальной и тетрагонально-пирамидальной, вследствие реализации маршрута реакции с изменяющимся углом атаки нуклеофила.

Энергии активации реакций 3-нитробензолсульфонилхлорида с бензгидразидом и бензолсульфогидразидом в газовой фазе составили 178,4 и 199,3 кДж/моль соответственно. Полученные величины весьма высоки вследствие того, что моделирование проводилось для газофазных процессов, при этом они согласуются с реакционной способностью гидразидов в сульфонилировании в сравнении с другими аминсоединениями.

В качестве перспективных задач дальнейших исследований в данном направлении можно рассматривать проведение квантово-химического моделирования ППЭ изученных реакций с учетом универсальной и специфической сольватации реагентов, в том числе, одновременным, а также проведение прецизионных кинетических исследований указанных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Granovsky A. A.* Firefly version 7.1.G. <http://classic.chem.msu.su/gran/firefly/index.html>
2. *Кочетова Л. Б.* Кинетические закономерности и механизмы реакций амидообразования: дис... докт. хим. наук. Иваново: 2017. 355 с.
3. *Курицын Л. В., Кустова Т. П., Садовников А. И., Калинина Н. В., Клюев М. В.* Кинетика реакций ацильного переноса. Иваново: 2006. 260 с.

УДК 66.025

В. Н. Исаев

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ В ГЛАДКИХ РУБАШКАХ РЕАКТОРОВ ЕМКОСТНОГО ТИПА

Аннотация: изучена теплоотдача в реакторах с рубашками охлаждения. Показано, что критериальные уравнения естественной конвекции не могут быть использованы для расчета коэффициентов теплоотдачи. Предложено использовать для этой цели критериальное уравнение для вынужденной конвекции, осуществлена идентификация его эмпирических коэффициентов.

Ключевые слова: рубашка, естественная и вынужденная конвекция.

V. N. Isaev

CALCULATION DEGREE DECOMPOSITIONS PHOSPHATE CHEESE WITH PROVISION FOR STRUCTURES OF THE FLOW IN DEVICE

Abstract: it is studied теплоотдача in reactor with shirt of the cooling. It is shown that equation to natural convection can be not used for calculation factor теплоотдачи. It is offered to use to this effect equation for compelled to convections, is realized identification his(its) empirical factor.

Keywords: shirt, natural and compelled convection.

Современные методы расчета теплопереноса в реакторах с механическим перемешиванием в процессах периодического охлаждения среды основываются на моделях структуры потока и представляют собой уравнения тепловых балансов. Причем в эти балансовые уравнения входят локальные коэффициенты теплоотдачи, для расчета которых необходимы сведения как о характере распределения температуры охлаждающего теплоносителя в рубашке, так и о явном виде критериального уравнения для их расчета.

Динамика изменения температуры теплоносителя определяется структурой потока в рубашке, осуществляющего теплосъем с наружной поверхности стенки аппарата. Как показали исследования [1] гидродинамика движения охлаждающего теплоносителя в рубашках может быть охарактеризована однопараметрической диффузионной моделью, которая позволяет описывать структуру потока жидкости в широких пределах в зависимости от значения числа Пекле.

Для изучения закона изменения температуры теплоносителя по высоте рубашки использовалась установка, представленная на рис. 1.

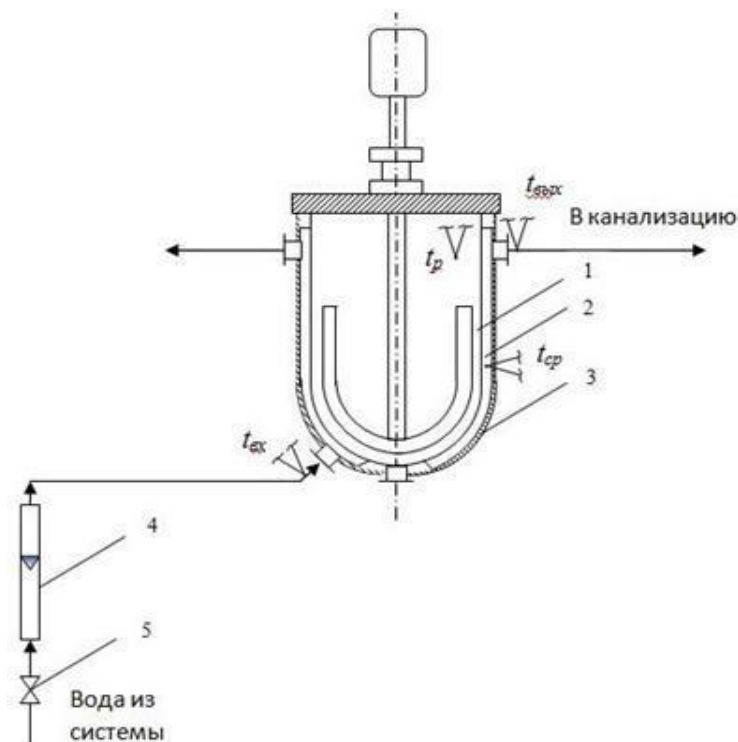


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 – реактор с мешалкой; 2 – рубашка; 3 – теплоизоляция; 4 – ротаметр; 5 – вентиль ротаметра; t_{ex} – температура холодной воды на входе в рубашку; t_{cp} – температура теплоносителя в средней части рубашки; $t_{вых}$ – температура жидкости на выходе из рубашки; t_p – температура охлаждаемой воды в аппарате; V – термометры

Порядок проведения экспериментов заключался в следующем. В реактор заливали рабочий объем горячей воды и проводили термостатирование аппарата до постоянного значения термопары t_p . Затем в рубашку реактора подавали холодную воду из сети, открыв кран 5 и устанавливая расход охлаждающей воды по ротаметру 4. В ходе эксперимента фиксировали температуру теплоносителя на входе в рубашку (термопара $t_{вх}$), на выходе из рубашки (термопара $t_{вых}$) и в ее середине (термопара $t_{ср}$), а также температуру в реакторе (термопара t_p). При выравнивании температуры жидкости в средней части рубашки по сравнению с входной температурой $t_{вх}$ заканчивали эксперимент. Основные геометрические размеры и параметры установки: объем реактора $V = 0,01 \text{ м}^3$; внутренний диаметр рубашки $D_p = 190 \text{ мм}$; наружный диаметр корпуса $D_{ап}=172 \text{ мм}$; высота цилиндрической части рубашки реактора $H_p = 220 \text{ мм}$, толщина стенки $\delta_{ст}=2\text{мм}$, коэффициент теплопроводности стенки $\lambda_{ст}=17,5\text{Вт}/(\text{мК})$. Геометрические размеры перемешивающего устройства соответствовали стандартным геометрическим симплексам якорной мешалки.

В результате проведенных экспериментов были получены функции изменения температуры жидкостей во времени по высоте рубашки. Полученные типичные экспериментальные кривые, представленные на рис. 2, позволили сделать вывод о возможности использования линейного закона распределения температуры по высоте рубашки. Максимальная относительная погрешность линейной аппроксимации во всех опытах не превышала 8,6%.

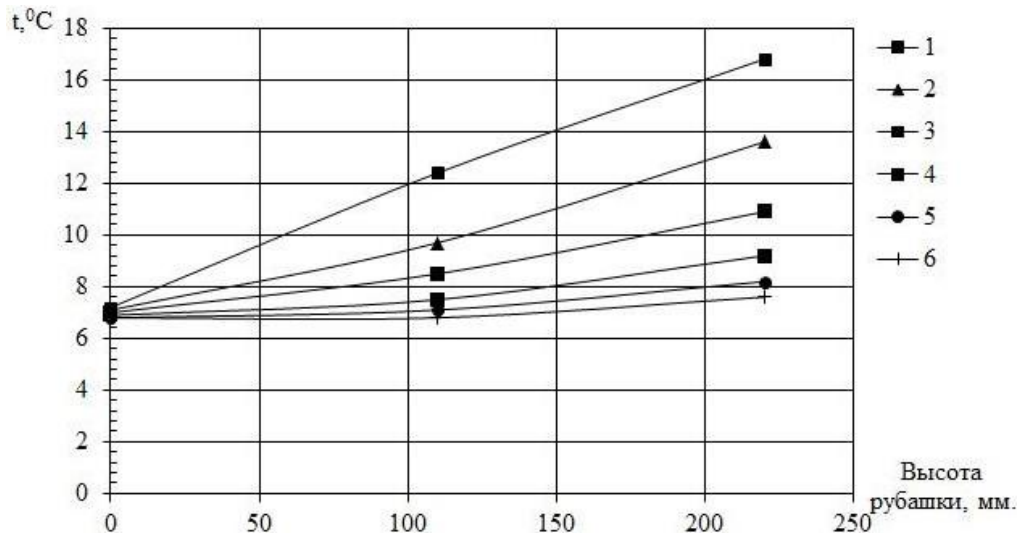


Рис. 2. Линии тренда температуры теплоносителя по высоте рубашки в различные моменты охлаждения: 1 – профиль изменение температуры на 2-ой минуте охлаждения ($\tau_{ох}=2$ мин.); 2 – $\tau_{ох}=5$ мин.; 3 – $\tau_{ох}=10$ мин.; 4 – $\tau_{ох}=15$ мин.; 5 – $\tau_{ох}=20$ мин.; 6 – $\tau_{ох}=30$ мин.

При расчете коэффициентов теплоотдачи в рубашках емкостных аппаратов рекомендуют использовать критериальное уравнение [2] вида

$$\alpha_{\tau} = C \frac{\lambda}{h} (GrPr)^f, \quad (2)$$

где Gr – критерий Грасгофа; Pr – критерий Прандтля; C и f – эмпирические коэффициенты, зависящие от произведения $(Gr \cdot Pr)$; λ – коэффициент теплопроводности жидкости, $\text{Вт}/(\text{мК})$; h – высота вертикальной поверхности, м. Однако расчет текущей температуры теплоносителя по уравнению теплового баланса

$$M_p \frac{d(C_p \cdot t_p(\tau))}{d\tau} = K [t_p(\tau) - t(x, \tau)] F, \quad (3)$$

или

$$t(x, \tau) = t_p(\tau) - \frac{M_p C_p}{\alpha_T F} \frac{d(t_p(\tau))}{d\tau} \quad (4)$$

в средней части рубашки ($x=0,5h$) и на выходе из нее ($x=h$) показал значительные отклонения экспериментальных значений температуры от расчетных (рис.3). В выражениях (3) и (4) M_p – масса охлаждаемой жидкости, кг; C_p – теплоемкость этой жидкости, Дж/(кгК); K и α_T – коэффициенты теплопередачи и теплоотдачи соответственно, Вт/(м²К); $d(t_p(\tau))/d\tau$ – скорость изменения температуры, определялась из эксперимента путем дифференцирования кривой изменения температуры жидкости в реакторе; F – поверхность охлаждения, м².

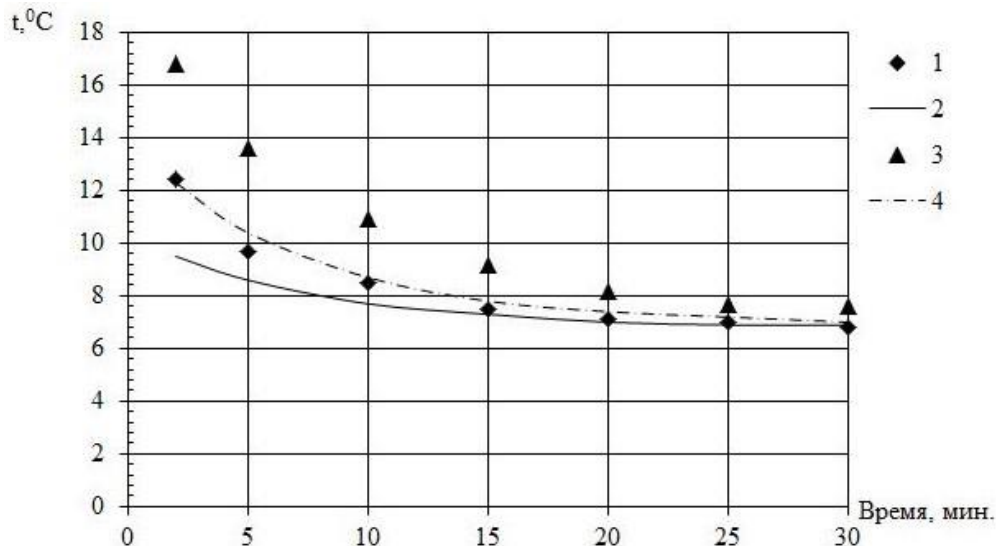


Рис. 3. Изменение температуры охлаждающего теплоносителя по высоте рубашки: 1 и 2 – опытные и расчетные по уравнению (4) значения температуры на выходе из рубашки соответственно; 3 и 4 – опытные и расчетные значения температуры в средней части рубашки.

При определении температуры по уравнению (4) было принято следующее допущение:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_M} + \frac{\delta_{CT}}{\lambda_{CT}} + \frac{1}{\alpha_T}} = \alpha_T, \quad (5)$$

где α_M – коэффициент теплоотдачи при перемешивании охлаждаемой жидкости, Вт/(м²К). Обоснованность такого допущения была подтверждена сравнением термических сопротивлений теплопередачи со стороны перемешиваемой среды в реакторе $1/\alpha_M = 3,7 \cdot 10^{-4}$ м²К/Вт, в стенке аппарата $\delta_{CT}/\lambda_{CT} = 1,14 \cdot 10^{-4}$ м²К/Вт, сопротивлением теплоотдачи с наружной поверхности в рубашке аппарата $1/\alpha_T = 3 \cdot 10^{-3}$ м²К/Вт. Из этого сравнения видно, что сопротивление стенки составляет 14% от общего сопротивления и им в данных расчетах можно пренебречь.

На наш взгляд несовпадение опытных и расчетных температур теплоносителя в рубашке аппарата на рис.3 обусловлено заниженными значениями коэффициентов теплоотдачи α_T , т.е. некорректным использованием критериального уравнения вида (2) в условиях напорного движения теплоносителя в рубашке. Более целесообразно в этом случае использовать традиционное критериальное уравнение для труб и каналов, учитывающее как вынужденную, так и естественную конвекцию: $Nu = f(Re, Gr, Pr)$. Обоснованием такого предположения является физическая сущность процесса нагревания теплоносителя в рубашке: прогрев слоев теплоносителя у шероховатой стенки обуславливает их ускоренное всплывание в условиях напорного движения жидкости. Это приводит в конечном итоге к

усилению продольного перемешивания теплоносителя и возрастанию коэффициентов теплоотдачи.

С целью определения явного вида критериального уравнения была проведена серия экспериментов по охлаждению жидкости в аппарате: интервал по критерию Рейнольдса в рубашке находился в пределах $Re=(16\div 200)$, что соответствовало диапазону скоростей теплоносителя $(0,0024\div 0,03)$ м/с.

$$Nu = 0,0197Re^{2,036}(Gr \cdot Pr)^{0,333} \quad (6)$$

Результаты, представленные на рис.4, показали удовлетворительную сходимость опытных и расчетных температур. Максимальная относительная погрешность отклонений не превышала 10,1%.

Выполненные исследования могут быть использованы как при разработке моделей теплопереноса, так и при тепловом расчете аппаратов подобного типа.

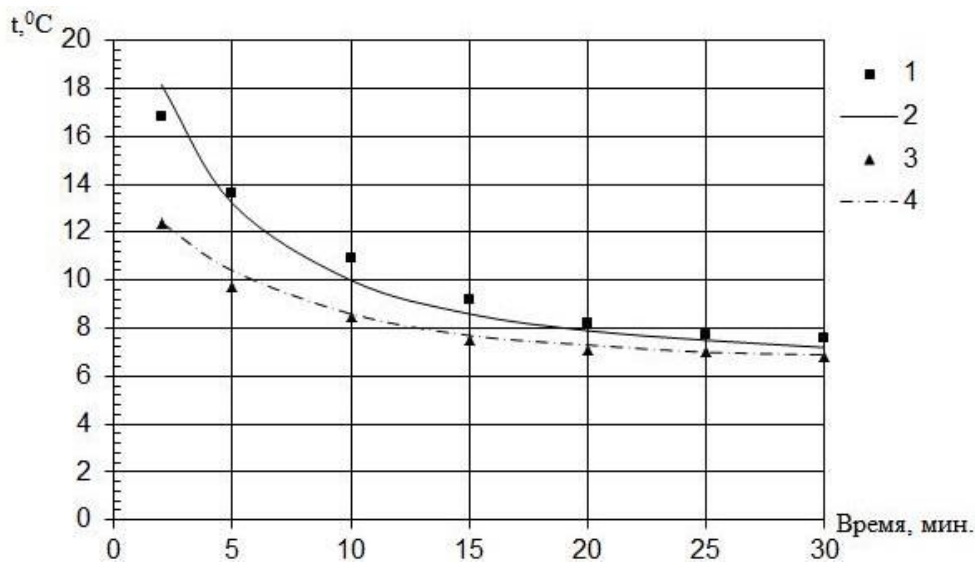


Рис. 4. Изменение температуры охлаждающего теплоносителя по высоте рубашки: 1 и 2 - опытные и расчетные с учетом уравнения (6) значения температуры на выходе из рубашки соответственно; 3 и 4 - опытные и расчетные значения температуры в средней части рубашки

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. *Брагинский, Л.Н.* Перемешивание в жидких средах // Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачов, В.М. Барабаш. - Л.: Химия, 1984. - 326 с.

УДК 628.9:614.8.084

А. П. Карташова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ВКЛАД СЛОЖНОГО ХАРАКТЕРА ОРГАНИЗАЦИИ НАНОМАТЕРИАЛА InGaN/GaN СВЕТОДИОДОВ В ЭФФЕКТ ПАДЕНИЯ ВНЕШНЕЙ КВАНТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация: Показано, что сложный характер организации наноматериала InGaN/GaN светодиодов одна из причин падения их эффективности при плотностях тока более $10\text{A}/\text{cm}^2$. Предложены методы подавления этого эффекта и улучшения оптических характеристик светильников, используемых в пожароопасных зонах.

Ключевые слова: светодиоды, характер организации наноматериала, внешняя квантовая эффективность.

А. P. Kartashova

THE CONTRIBUTION OF THE COMPLICATED NANOMATERIAL ARRANGEMENT OF InGaN/GaN LIGHT EMITTING DIODES IN THE EFFICIENCY DROOP

Abstract: The contribution of the complicated arrangement of the nanomaterial InGaN/GaN light emitting diodes in the efficiency droop at current density more than $10\text{A}/\text{cm}^2$ are presented. The methods of the suppression of this effect and of the improvement of the optical characteristics of lamps used in fire-prone areas are suggested.

Keywords: light-emitting diodes, structural arrangement of the material; external quantum efficiency.

Освещение в пожароопасных зонах обеспечивается взрывозащищенными светильниками. В современных моделях светильников используют светодиоды на основе наноматериала гетероструктур InGaN/GaN. Потенциальные возможности этих светодиодов такие как энергосбережение, высокая светоотдача, длительный срок службы реализованы не в полной мере. До сих пор остается проблема падения внешней квантовой эффективности (ВКЭ) светодиодов при плотностях тока выше $10\text{A}/\text{cm}^2$, что ограничивает мощность их излучения в рабочем диапазоне токов и повышает себестоимость. Изучение причин падения ВКЭ InGaN/GaN светодиодов и решение этой проблемы являются актуальными для реализации потенциальных возможностей энергосберегающего твердотельного освещения [1].

Целью данной работы явилось выяснение вклада сложного характера организации наноматериала InGaN/GaN светодиодов с длиной волны излучения 450 нм в падение их эффективности при плотностях тока более $10\text{A}/\text{cm}^2$.

Хорошо известно, что одно из фундаментальных свойств InGaN/GaN светодиодов – сложный, по существу фрактальный, характер организации наноматериала [2]. Сложный характер организации наноматериала вызван большими, до 13% рассогласованиями постоянных решетки подложки и слоев нитрида галлия и твердого раствора InGaN, а также условиями роста. Процесс изготовления InGaN/GaN светоизлучающих структур является неравновесным, состоящим из нескольких стадий, одна из которых формирование доменов. Неупорядоченные доменные образования, с различными углами наклона и разворота, ведут к многообразию наноструктурной организации материала и появлению системы протяженных

дефектов, пронизывающей всю светоизлучающую структуру. Эта система включает отдельные дислокации нескольких типов с общей плотностью от 10^8 до 10^{10} см⁻², их скопления, V-дефекты, дислокационные и дилатационные границы, образующиеся в результате срастания доменов. Эти границы в процессе роста являются областями захвата фоновых и легирующих примесей. В результате их электрические свойства сильно зависят от условий роста. Например, захват углерода в границы может изменяться на несколько порядков с изменением скорости потока несущего газа. Характер организации наноматериала находит отражение в особенностях морфологии поверхности светоизлучающих структур, и как было показано ранее [2,3] может быть охарактеризован с помощью мультифрактального параметра – степень разупорядоченности наноматериала (Δ_p). Этот параметр в данной работе определяли путем обработки цифрового множества, соответствующего изображению морфологии поверхности в атомно-силовом микроскопе в поле 2x2 мкм, с помощью программы MFDROM. Контроль электрических свойств светодиодов, полученных из светоизлучающих структур с разной степенью разупорядоченности наноматериала, осуществлялся по особенностям вольт-амперной характеристики (ВАХ). Исследование ВАХ светодиодов, полученных из пластин с разным характером организации наноматериала, выявили корреляцию роста величины тока при прямом и обратном смещении менее 2 В, с увеличением разупорядоченности наноматериала (рост значения Δ_p) (рис. 1). Наблюдаемые особенности ВАХ свидетельствуют о присутствии шунта, включенного параллельно p-n переходу.

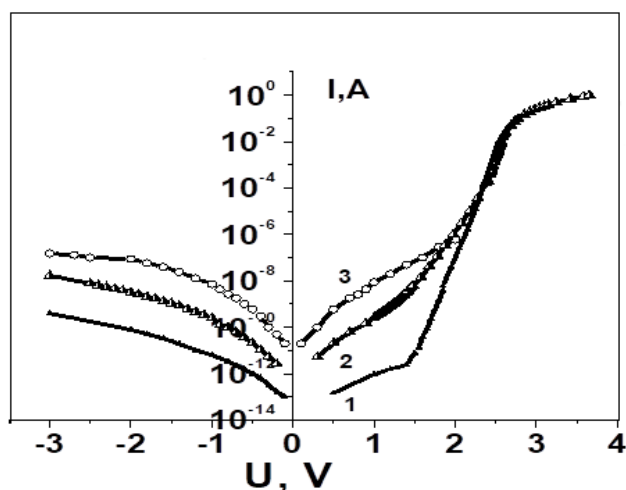


Рис. 1. Вольт-амперной характеристики светодиодов с разным характером организации наноматериала (Δ_p): 1 – 0,330; 2 – 0,348; 3 – 0,355

Проводимость шунта растет на несколько порядков с ухудшением характера организации наноматериала (с ростом величины мультифрактального параметра Δ_p). Кроме того, наблюдаются участки искажения прямой ветви ВАХ, при смещениях менее 2 В, усиливающиеся на несколько порядков с ростом величины Δ_p . Такие искажения вида ВАХ связывают с присутствием локальных областей с большим составом твердого раствора по индию, и с площадью меньше, чем площадь всего светодиода. Следует отметить, что случайные флуктуации состава твердого раствора известная особенность нитридов. Таким образом, особенности ВАХ при малых смещениях выявляют источники возможных потерь на безызлучательную рекомбинацию в InGaN/GaN светодиодах и связь величины этих потерь с характером организации наноматериала. Просвечивающая электронная микроскопия подтверждает существенную разницу в характере организации наноматериала (рис. 2). Для структуры с лучшим характером организации наноматериала характерным является практически полное отсутствие дислокационных границ (рис.2, а) в отличие от

плохо организованного наноматериала (рис. 2, б), изобилующего такими границами и скоплениями дислокаций.

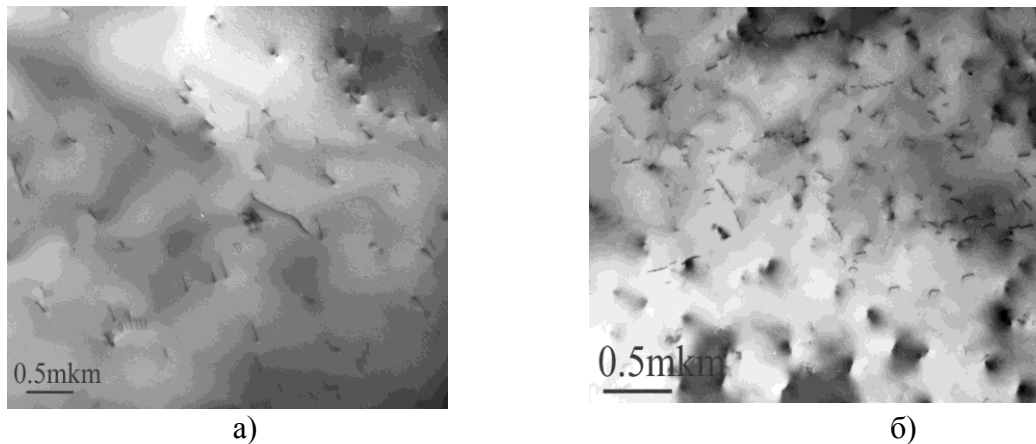


Рис. 2. Изображения типичных участков InGaN/GaN светоизлучающих структур с разным характером организации наноматериала (Δ_p): а) – 0,320; б) – 0,370

Эти границы, пронизывающие всю излучающую структуру, могут быть проводящими шунтами и источниками безызлучательных потерь инжектируемых носителей заряда. При малых смещениях их вклад весьма существен, а особенности обратной и прямой ветви и температурная зависимость свидетельствуют о том, что безызлучательная рекомбинация определяется туннелированием носителей заряда с участием ловушек и фононов. Сильная зависимость величины тока при обратном смещении от приложенного напряжения, не типичная для механизма безызлучательной рекомбинации Шокли-Рида-Холла через единичные дефекты и искажения прямой ветви при малых смещениях позволяют предполагать безызлучательную рекомбинацию донорно-акцепторных пар в локальных областях. До недавнего времени было не очевидно, что механизмы безызлучательных потерь, выявляемые при малых уровнях инжекции будут работать в интересующем всех диапазоне плотностей тока более 10 A/cm^2 в котором наблюдается падение эффективности светодиодов. Действительно, с ростом уровня инжекции прямая ветвь ВАХ, при смещениях более 2 В принимает привычный вид, описываемый известным соотношением Шокли-Рида-Холла:

$$I \sim \exp\left(\frac{qU}{nkT}\right),$$

где I – ток, U – напряжение, q – заряд электрона, k – постоянная Больцмана, T – температура, n – коэффициент идеальности, имеющий значения 2. В отдельных публикациях делается вывод о том, что инжектируемые носители заполняют центры безызлучательной рекомбинации и в дальнейшем они не являются источником потерь [4]. Исследование температурной зависимости тока прямой ветви при фиксированных значениях напряжения 2,4 В, 2,6 В, 3 В проведенные в данной работе (рис. 3) выявили значительное расхождение вида зависимости, кривые 1,3,4, с ожидаемым, кривая 2 для рекомбинационных процессов, определяемых в рамках модели Шокли-Рида-Холла соотношением $I \sim n_i$, т.е. температурной зависимостью собственной концентрации носителей заряда. Наблюдаемое расхождение и слабая температурная зависимость указывает на присутствие туннельной составляющей тока и позволяет сделать вывод о том, что свойства рекомбинационных каналов, связанных с системой протяженных дефектов меняются с ростом инжекционного тока и при рабочих токах потери снова растут, вызванные уходом носителей по проводящим каналам из активной области светодиода.

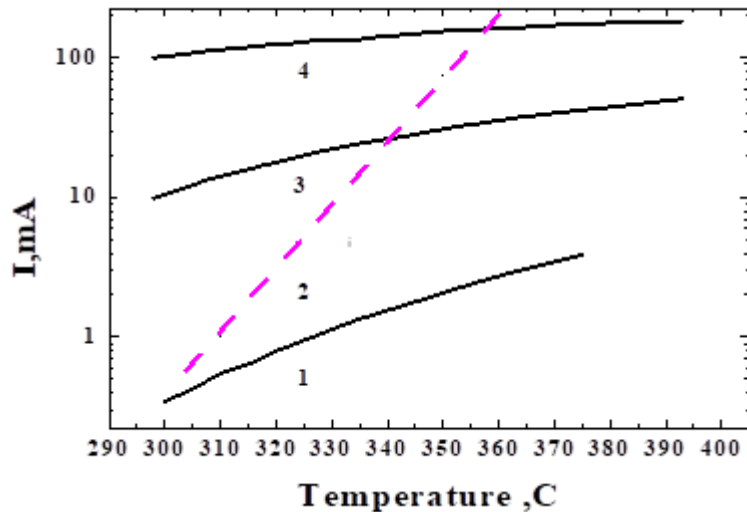


Рис. 3. Температурная зависимость тока прямой ветви при смещениях: 1 – 2,4 В; 3 – 2,6 В, 4 – 3 В. Кривая 2 – температурная зависимость тока при 2,4 В, расчетная в рамках модели Шокли-Рида-Холла

Сложная динамика свойств протяженных дефектов подтверждается результатами работы [5]. В этой работе методами катодоллюминесценции при прямом возбуждении электронным лучем дислокаций наблюдали увеличение проводимости при высоком уровне инжекции. С ростом концентрации инжектируемых носителей усиливаются процессы обмена носителями заряда между глубокими донорными и акцепторными центрами, что порождает образование новых глубоких центров и сопровождается безызлучательной рекомбинацией или захватом носителей, что и приводит к падению эффективности светодиодов, наиболее сильному в светодиодах с наиболее протяженными границами сросшихся доменов и системой протяженных дефектов. Таким образом, улучшение характера организации наноматериала одна из возможностей снижения эффекта падения эффективности InGaN/GaN светодиодов с ростом инжекционного тока. Кроме того, роль дислокационных границ можно уменьшить, если перейти на светодиодные чипы малых размеров, например, 100x100 мкм, вместо 1x1 мм. Уменьшение падения эффективности с увеличением плотности тока подтверждено экспериментально на светодиодных чипах малого размера. Такой переход на малые размеры увеличит число чипов в лампах, но обеспечит более экономичный режим работы ламп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Han-Youl Ryu, Geun-Hwan Ryu and Chibuzo Onwukaeme Efficiency Droop and Effective Active Volume InGaN-Based Light-Emitting Diodes Grown on Sapphire and Silicon Substrates, Applied Science 9, 4160 (2019)
2. Карташова А. П. Эффекты влияния характера организации наноматериалов на оптические свойства светодиодов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2019. № 4 (52). С. 72–75.
3. Shengjun Zhou, Jiajiang Lv, Yini Wu, Yuan Zhang, Chenju Zheng, Sheng Liu Reverse leakage current characteristics of InGaN/GaN multiple quantum well ultraviolet/blue/green light-emitting diodes // Japanese Journal of Applied Physics 57, 051003 (2018)
4. Silke Steingrube, Otwin Breitenstein, Klaus Ramspeck, Stefan Glunz, Andreas Schenk, Pietro P. Altermatt Explanation of commonly observed shunt currents in c-Si solar cells by means of recombination statistics beyond the Shockley-Read-Hall approximation // Journal of Applied Physics 110, 014515 (2011)

5. Galia Pozina, Rafal Ciechonski, Zhaoxia Bi, Lars Samuelson, and Bo Monemar
Dislocation related droop in InGaN/GaN light emitting diodes investigated via cathodoluminescence //Applied Physics Letters 107, 251106 (2015)

УДК 691:620.1

А. А. Ковель¹, С. В. Бабеньшев¹, С. Е. Тиняков²

¹ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

²ООО «Агро – промышленная компания «ПаК» г. Железногорск, Россия

УЧЕТ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация: В статье изложена методология проверки свойств строительных керамических элементов, существенно влияющих на прочность и долговечность сооружений, и деградация которых может привести к чрезвычайным ситуациям. Указанный подход, использующий математическую теорию планирования эксперимента, дает эффективные, статистически обоснованные оценки остаточной прочности керамических изделий с учетом влияния внешних, технологических и биологических факторов. Методы, изложенные в статье, защищены российскими и евразийскими патентами.

Ключевые слова: математическое планирование эксперимента, испытание строительных материалов, керамические изделия.

A. A. Kovel, S. V. Babenyshev, S. E. Tinyakov

ACCOUNTING OF BIOLOGICAL AND PHYSICAL FACTORS IN EXPERIMENTAL EXERCISE OF CERAMIC PRODUCTS

Abstract: The article sets out a methodology for checking the properties of building ceramic elements that significantly affect the strength and durability of structures, and the degradation of which can lead to emergencies. The indicated approach, using the mathematical theory of experimental design, gives effective, statistically valid estimates of the residual strength of ceramic products, taking into account the influence of external physical, technological and biological factors. The methods described in the article are protected by Russian and Eurasian patents.

Keywords: mathematical design of the experiment, testing of building materials, ceramic products.

ВВЕДЕНИЕ

Имеющиеся случаи разрушения зданий и сооружений свидетельствуют о том, что контроль производства и качества строительных материалов требует совершенствования, тем самым технологии изготовления таких материалов остаются в поле зрения специалистов, включая вопросы экспериментальной оценки качества изделий.

Технологии изготовления кирпичей и керамических блоки (далее – керамические изделия – КИ), несмотря на долгую историю их применения, как показывает практика, допускают дальнейшее совершенствование. Современные методы исследований и оптимизации компонентного состава и технологии изготовления КИ позволяют повысить качество последних при сохранении коммерческой привлекательности их применения.

Математическое планирование эксперимента (МПЭ), хорошо проявившее себя в разных сферах научных исследований [1, 2, 11], показало большие возможности и при решении инженерных и прикладных задач [3-6, 10].

В данной статье дан обзор некоторых методологических аспектов применения МПЭ при исследовании прочностных свойств КИ.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Одной из причин, снижающих прочность строительных конструкций, являются последствия взаимодействия их материалов с окружающей средой, способствующей развитию на поверхности и в объеме КИ биологических объектов, продукты жизнедеятельности которых нарушают целостность поверхности их (КИ) поверхности и внутренней структуры. Являясь биологическими по причине, эти воздействия являются физическими и химическими по природе. Поначалу, микроскопические повреждения, накапливаясь со временем, радикально снижают прочность строительных конструкций.

Испытание КИ при воздействии реальных биологических факторов – процесс, трудно реализуемый в силу сложностей и ограничений, возникающих при работе с биологическими объектами. Одним из возможных выходов является выбор моделирующих воздействий, которые эквивалентны по своим последствиям реальным биофакторам.

Способы испытаний строительных материалов на биостойкость, которые моделируют взаимодействие строительных материалов со средой, вызывающей биологические дефекты, – это воздействия на образцы материалов слабоагрессивной средой смеси органических кислот [3, 6, 8]. Реализация этих способов не требует использования среды с микроорганизмами и специальных установок. Способы испытания образцов строительных материалов могут быть применены в условиях лабораторий заводов-изготовителей без специального разрешения органов санитарно-эпидемиологического надзора и без какого-либо угрозы для здоровья персонала, так как нет контакта с патогенными микроорганизмами.

Среду, вызывающую биологические повреждения, имитируют, варьируя воздействия, моделирующие эту среду: концентрацию и соотношения органических кислот, значения температуры, при которых проводят выдержку. Имитация проводится по плану полного факторного эксперимента. Контроль реализуется, как визуально, так и экспериментальным измерением прочности образцов, подвергшихся воздействию химической среды.

Планирование эксперимента позволяет выбирать ту комбинацию варьируемых факторов, которая устраивает производителя строительных материалов, включая важный фактор эксплуатационной среды – температуру, и отражающих специфику биосреды, в которой применяются строительные материалы [3, 6].

При разных составах сырья и добавок возможны изменения продолжительности воздействия, что определит выбор совокупности воздействий при моделировании процессов биоповреждений.

Результатом испытаний является выбор такого сырьевого состава и добавок, а также технологии изготовления, которые минимизируют восприимчивость КИ к биовоздействиям среды или полностью исключают её. Естественно, при этом большое разнообразие климатических условий для регионов РФ определяет специфику составов и технологии.

Выбор сырьевого состава и технологии изготовления КИ определяет долговременную прочность изделий КИ и вытекающих из них максимальных сроков эксплуатации зданий и сооружений, в которых использованы КИ. Задание долговременной прочности продукции длительного применения содержит две стороны:

- обеспечение необходимых свойств и их сохранение в течение срока службы;
- подтверждение сохранения параметров в заданных границах в течение длительного срока.

Вторая сторона становится отдельной научно-технической проблемой при сроках службы более 10 лет. Ввиду того, что испытания в реальном времени исключены, необходимы теоретико-экспериментальные методы, обеспечивающие статистических обоснованные результаты. Возможности ускоренных испытаний рассматривались, например,

в [9], однако удовлетворительные прикладные методики отсутствуют. Поиск способов подтверждения долговечности КИ идут в направлении моделирования деградации керамики с учетом влияния эксплуатационных условий [7, 9].

При реализации одного из способов введено понятие запаса работоспособности (запаса прочности для КИ) как разности между фактической прочностью КИ (например, на сжатие) и минимально допустимой прочностью для данного типа КИ ($\Delta\Pi$). Тогда указанный запас может быть «израсходован» в течение срока службы на износ. Располагая величиной запаса работоспособности $\Delta\Pi$ и гарантируемым временем эксплуатации (t_r), можно оценить допустимую скорость расходования указанного запаса (см. ниже):

$$v_{\text{доп}} = \frac{\Delta\Pi}{t_r}.$$

При решении этой задачи необходимо определить фактическую скорость расходования запасов работоспособности на реальных КИ. Постепенные изменения внутренней структуры КИ моделируют, исходя из картины реальных процессов. КИ, в частности, теряют запасы работоспособности из-за развития внутренних дефектов по хорошо известному механизму, связанному с пористостью КИ.

Пористость КИ обуславливает паро- и воздухопроницаемость последних, приводя к заполнению пор влагой, которая замерзая при снижении температуры, расширяется и вызывает образование микротрещин, соединяющих соседние поры. После размораживания увеличивается объем пор, а постоянство объема влаги приводит к снижению давления и всасыванию дополнительной влаги, заполняющей поры.

Увеличение размеров пор, возникновение микротрещин, приводящих к объединению пор в полости значительных размеров, снижают прочность КИ. Указанные процессы, повторяющиеся циклически, характерны для весенне-осеннего периода, когда ночные заморозки сменяются дневными оттепелями, при этом количество циклов различно для различных климатических зон.

Развитию внутренних разрушений, снижающих прочность КИ, содействуют сопутствующие механические нагрузки, возникающие от близости железных дорог, забивания свай и других производственных условий.

Учет такой модели накопления дефектов и наличие прочностных запасов работоспособности, позволяет достигать ускорения за счет исключения промежутков времени между циклическими изменениями температуры (зима-лето), а также сведения до минимума длительности циклов замораживание-размораживание, которые реально равны 8-12 часов.

Так как при моделировании 25-30 циклов (эквивалентны годовой эксплуатации), после 250-300 циклов от партии испытываемых КИ отбирают образцы, на которых проверяют снижение прочности за счет деградации. С оставшимися КИ продолжают испытания, каждый раз определяя величины расход запасов работоспособности. Выбирая повторные циклы эквивалентными годовым, полученные результаты позволяют определить момент достижения предельно допустимого уровня ($\Pi_{\text{min, доп}}$) и построить модель накопления внутренних дефектов, снижающих прочность керамических изделий от группы к группе по мере увеличения количества циклов, а также сделать оценку фактической скорости ($v_{\text{ф}}$) снижения прочности с увеличением количества циклов.

Сравнение ее с допустимой ($v_{\text{ф}} < v_{\text{доп}}$, $v_{\text{ф}} > v_{\text{доп}}$) позволяет судить о надежности или долговечности керамических изделий. Используя результаты $\Delta\Pi_{\text{max}}$ и $\Delta\Pi_{\text{ср}}$, которыми можно оценить возможные разбросы надежности/долговечности испытываемых керамических изделий от минимальной до максимальной.

МПЭ обеспечивает необходимую информацию для оценки реальных процессов в КИ при эксплуатации. Так если в качестве варьируемых факторов при МПЭ взяты

разновидности сырья, температуру и продолжительность обжига (КИ – строительный кирпич), то можно исследовать модель линейной регрессионной зависимости прочности КИ от трех факторов:

$$P = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3,$$

где $x_1, x_2, x_3 = \{x_i\}$ – совокупность воздействующих факторов, каждый из которых влияет на исследуемый P_{oi} ; $b_1, b_2, b_3 = \{b_i\}$ – параметры регрессионной модели (коэффициенты влияния, отражающие вклад каждого фактора x_i в P). В случае адекватности полученной регрессионной модели, её можно использовать для построения оптимизационной задачи, например, в простейшем виде:

$$x_1 \cdot c_{эл} \cdot эл(x_2) + c_{сырья1} \cdot x_3 \cdot M + c_{сырья2} \cdot (1 - x_3) \cdot M \rightarrow \min$$

$$x_{\min,i} \leq x_i \leq x_{\max,i}, \quad i = 1, 2, 3;$$

$$a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \geq P_{гост},$$

где $c_{эл}$ – цена электричества; $эл(x_2)$ – функция удельных затрат электричества в зависимости от температуры обжига (x_2); $c_{сырьяi}$ – цена единицы сырья из i -го карьера; M – затраты сырья на единицу продукции; $P_{гост}$ – минимальная прочность, требуемая по ГОСТу.

Удобно представлять результаты экспериментов графически. Значения измерений, отложенные по осям ординат и соединенные для удобства восприятия отрезками, образуют *факторограмму* (см. рис.). Так как разные образцы при измерениях дают в общем случае разные результаты измерений по исследуемым параметрам, совокупность факторограмм образуют *коридор откликов* (как на рис.). Но так как количество испытуемых образцов ограничено (k), возможные границы значений при массовом производстве в каждом опыте оценивают статистическими методами (например, как толерантные пределы: \underline{P}'_N и \overline{P}'_N – нижний и верхний толерантные пределы в каждом опыте, соответственно, см. рис.).

Если нанести допустимые пределы для исследуемого параметра (см. рис.), например, пределы прочности на сжатие ($P_{\min доп}$, $P_{\max доп}$) то разность между толерантными пределами (\underline{P}' , \overline{P}') и допустимыми пределами определяет запасы работоспособности КИ по отношению к верхнему или нижнему ограничению (рис.):

$$\Delta \underline{P} = \underline{P}' - P_{\min доп} \quad \text{– по отношению к нижнему ограничению, и}$$

$$\Delta \overline{P} = P_{\max доп} - \overline{P}' \quad \text{– по отношению к верхнему ограничению.}$$

Принимая во внимание разброс прочностных и других параметров КИ, разбросы работоспособности тоже могут иметь значения $\Delta \underline{P}_{\min}$, $\Delta \overline{P}_{\max}$, определяемые границами коридора откликов (рис.).

Таким образом, применение МПЭ позволяют находить такой вариант технологической реализации процесса изготовления КИ (в зависимости от потребности, имеющихся ресурсов и источников сырья и т. д.), который, обеспечивая необходимые параметры $P_{ки}$ (например, предел прочности на изгиб или сжатие), сокращает затраты на изготовление.

Если необходимо иметь нижнюю величину запасов работоспособности (например, $\underline{\Delta P}(3)_{\min}$), выбирают режимы и условия изготовления, определяемые опытом (температура, продолжительность обжига, процент примесей, сырье и др.).

Если использовать модели распределения (например, нормальный закон) между $\Delta \underline{P}_{\min} - \Delta \overline{P}_{\max}$ относительно нижнего или верхнего ограничений, можно получить, например, для скорости развития износных процессов соответствующие статистико-вероятностные оценки.

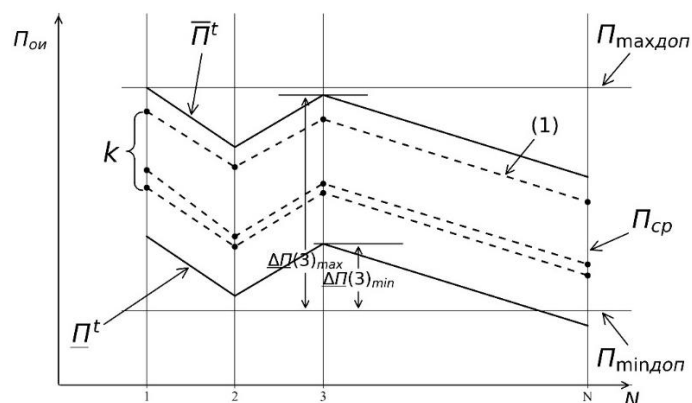


Рис. Совокупность факторограмм (коридор откликов).

В более общем случае, если в процессе моделирования эксплуатационных режимов не подтверждается линейная модель расходования запасов работоспособности ($v \neq \text{const}$), эта модель может быть уточнена введением учета нелинейных эффектов различных порядков.

В целом, главное достоинство рассмотренных методов – это их реализуемость на лабораторном оборудовании. Выработанные рекомендации по режимам изготовления КИ легко встраиваются в технологию изготовления последних. Приведенные примеры хорошо демонстрируют возможности физического эксперимента (МПЭ) в практике изготовления КИ. Когда есть определенная модель физического воздействия на исследуемый объект (ИО), формализованная процедура реализации исследования параметров ИО с применением МПЭ позволяет экономить время и затраты на получение картины того, как поведет себя ИО в предполагаемых условиях через зависимости параметров образца от условий эксплуатационной среды. При этом совокупность воздействий среды имеют ярко выраженную физическую природу (температуру, давление, электрические параметры, радиационные воздействия и др.). Главное, чтобы указанные воздействия были независимыми и могли управляться при воспроизведении экспериментатором.

Даже неполный перечень возможных задач, решаемых применением МПЭ, впечатляет:

- оптимизация компонентного состава КИ;
- оптимизация логистики при наличии нескольких сырьевых источников;
- выбор условий испытаний готовой продукции;
- прогнозирование возможных разбросов существенных параметров по результатам испытаний малой выборки образцов готовых изделий;
- информационное обеспечение предлагаемой рынку продукции.

Все методы, использованные при решении перечисленных задач, легко встраиваются в технологическую цепочку производства КИ, но требуют участия специалиста по статистическим методам обеспечения качества продукции.

Так как во все времена актуальны вопросы повышения производительности труда и снижения затрат, применение методов математического планирования эксперимента может оказать значительный вклад в достижение нужных показателей продукции.

ВЫВОДЫ

В результате применения методов математического планирования эксперимента, при работе с небольшим количеством образцов [10], что немаловажно при работе в условиях малого предприятия, были найдены технологические решения, позволившие улучшить эксплуатационные характеристики КИ, в том числе:

- коэффициент теплопроводности: на 0,42-0,45 Вт/м·К;
- предел прочности при сжатии лучше показателей ГОСТ на 0,8–1,6 Мпа;

– предел прочности при изгибе лучше показателей ГОСТ на 0,06–0,55 Мпа.

Частично, результаты проделанное экспериментальной и теоретической работы отражены в патентах и протоколах испытаний [4, 5, 6, 8] и планируются к развернутой публикации. Рассмотренные подходы могут быть использованы изготовителями КИ при совершенствовании технологии изготовления КИ, а также потребителями КИ при анализе полноты испытаний потребляемой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Барабашук В.И., Креденцер Б.П., Мирошниченко В.И.* Планирование эксперимента в технике. – Киев: Техніка, 1984. 200 с.
2. *Джонсон Н., Лион Ф.* Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. – Москва: Статистика, 1978. 245 с.
3. *Ковель А.А., Тиняков С.Е.* Евразийский патент 022402. Способ моделирования взаимодействия строительных материалов со средой, вызывающей биологические повреждения. Бюл. № 3, 30.03.2018. 6 с.
4. *Ковель А.А., Тиняков С.Е.* Моделирование деградационных процессов керамических изделий в эксплуатационных условиях. Исследования наукограда. – Железногорск: 2015. С. 32-34.
5. *Ковель А.А., Тиняков С.Е.* Моделирование расходования запасов работоспособности керамических изделий. Сборник докладов всероссийской конференции. Безопасность и живучесть технических систем. – Красноярск, 2015, т. 1, с. 231-236.
6. *Ковель А.А., Тиняков С.Е.* Патент RU4609863 Способ моделирования взаимодействия строительных материалов со средой, вызывающей биологические повреждения. Бюл. № 4 06.02.2017. 7 с.
7. *Ковель А.А., Тиняков С.Е.* Патент RU2526299 Способ определения долговечности керамических изделий. и др. Бюл. № 23, 20.08.14. 8 с.
8. *Куколева Д.А., Стротаков В.Ф.* Патент RU2471188 Способ испытания строительных материалов на биостойкость. Бюл. № 36, 27.12.2012. 6 с.
9. *Пешес Л.Я., Степанова М.Д.* Основы теоретически ускоренных результатов испытаний. Минск: Наука и техника, 1992. 168 с.
10. Протоколы лабораторного контроля качества. ФГП, Железногорск, 2018. 10 с.
11. *Синдяев Н.И.* Теория планирования эксперимента и анализа статистических данных. – Москва: Юрайт, 2011. 399 с.

УДК 614.841

А. С. Кулаков, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЦЕЛЯХ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Аннотация: в статье сообщаются результаты испытаний на определение температуры самовоспламенения образцов различных текстильных материалов. Показано, что при нагревании от 120°C представленные образцы имеют склонность к тепловому самовозгоранию.

Ключевые слова: текстильные материалы, тепловое самовозгорание, температура самовоспламенения, пожарно-техническая экспертиза.

A. S. Kulakov, O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

DETERMINATION OF TEMPERATURE INDICATORS OF FIRE HAZARD OF TEXTILE MATERIALS FOR THE PURPOSE OF FIRE AND TECHNICAL EXAMINATION

Abstract: the article reports the results of tests for determining the autoignition temperature of samples of various textile materials. It is shown that when heated from 140°C, the presented samples are prone to thermal spontaneous combustion.

Key words: textile materials, thermal spontaneous combustion, autoignition temperature, fire-technical expertise.

Проблемы противопожарной безопасности текстильных материалов и изделий из них волнуют многих производителей, поставщиков и потребителей текстильной продукции.

Эти материалы используют для производства одежды, мебельной обивки, ковров, постельных принадлежностей и т.д., кроме того, они могут перевозиться в качестве груза. Несмотря на присущие текстильным материалам достоинства, они обладают большим недостатком – горючестью. Этим объясняется большое количество пожаров, связанных с загоранием текстильных материалов, некоторые из которых сопровождаются травмами и даже гибелью людей [1].

Наиболее часто пожары возникают в производственных цехах или складах готовой продукции. Также причинами возгорания служат неосторожное обращение с огнем, нарушение технологического процесса и неисправность электрического оборудования.

В справочной литературе, чаще всего, приведена информация о пожарной опасности веществ, а не готовых тканей, поэтому целью данной работы явилось исследование склонности различных текстильных материалов к самовозгоранию.

Практическая значимость работы заключается в пополнении базы данных по показателям пожарной опасности текстильных материалов и тканей.

Одним из показателей пожарной опасности твердых веществ и материалов, к которым относятся, в том числе и текстильные материалы, является их температура самовоспламенения.

При исследовании динамики развития пожара и его причины температура самовоспламенения веществ и материалов является важной оценочной характеристикой, позволяющей сделать выводы об их способности к возгоранию и распространению горения при воздействии тех или иных источников зажигания.

Согласно ГОСТ 12.1.044-89* [2] температура самовоспламенения – наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение (самовозгорание) вещества.

Самовозгорание – резкое увеличение скорости экзотермических процессов в веществе, приводящее к возникновению очага горения. Характерным признаком самовозгорания при этом является расположение очага в объеме (в глубине материала), а не на его поверхности. Первоначальный период самовозгорания часто бывает, незаметен снаружи, так как продукты термоокислительной деструкции полностью адсорбируются внутри вещества. В объеме материала, как правило, возникают одновременно несколько «горячих точек», которые по мере развития процесса сливаются друг с другом с образованием глухих, не сообщающихся с поверхностью вещества прогаров. Обнаружение таких прогаров при исследовании пожара является однозначным признаком его возникновения в результате самовозгорания.

Условия теплового самовозгорания – это экспериментально выявленная зависимость между температурой окружающей среды, массой вещества и временем до момента его самовозгорания. Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов предложена авторами [3]. Сущность метода состоит в определении температуры, при которой происходит воспламенение образца при контакте продуктов термического разложения с источником зажигания. Метод реализуется в диапазоне температур от 25 до 600°C.

Аппаратура (прибор ОТП) для определения условий теплового самовозгорания включает в себя следующие элементы:

- термостат вместимостью рабочей камеры не менее 40 дм³ с терморегулятором, позволяющим поддерживать постоянную температуру от 60 до 500°C с погрешностью не более 2°C;
- корзиночки цилиндрической формы (рис. 1);
- термоэлектрические преобразователи;
- весы лабораторные.



Рис. 1. Подготовленный образец для испытаний

При проведении испытаний рабочую камеру нагревали до температуры, превышающей на 200°C температуру начала разложения исследуемого вещества (материала). После установления в рабочей камере стационарного температурного режима, извлекали из камеры контейнер, заполняли его образцом за время не более 15 с и опускали внутрь камеры. Наблюдали за образцом с помощью зеркала. Если при заданной температуре испытания наблюдалось самовоспламенение, то следующее испытание проводилось при меньшей температуре. Если в течение 20 мин или до момента полного прекращения дымовыделения самовоспламенение не происходило, испытание прекращалось, и в протоколе отмечался отказ.

На данной установке проведены испытания по определению температуры самовоспламенения образцов текстильных материалов, широко используемых для производства предметов интерьера, декоративных изделий, одежды и т.д. Полученные результаты представлены в таблице 1.

По результатам проведенных испытаний выявлено, что пожароопасные свойства рассматриваемых тканей зависят от химического состава волокна и от поверхностной плотности материалов. То есть, чем больше поверхностная плотность ткани (образцы с 3 по 12), тем выше температура самовоспламенения. Наличие в составе тканей синтетических волокон резко снижает значение температуры самовоспламенения. Образцы текстильных материалов (1, 2, 13-15) имеют склонность к тепловому самовозгоранию уже при температуре от 120°C.

Таблица 1. Значения температур самовоспламенения и времени воспламенения образцов текстильных материалов

№ образца	Наименование образца	Результаты эксперимента
1	Спанбонд, полипропилен (100%), с плотностью поверхности 100 г/кв. м	$t_{св} = 200^{\circ}\text{C}$ $\tau = 1 \text{ мин } 10 \text{ с}$
2	Ткань верха бязь набивная, 100% хлопок; наполнитель синтепон с плотностью поверхности 150 г/кв. м, 100% полиэфир.	$t_{св} = 120^{\circ}\text{C}$ $\tau = 50 \text{ с}$
3	Ткань верха микрофибра с теснением, состав 100% полиэстер; наполнитель лебяжский пласт с плотностью поверхности 300 г/кв. м, состав 80% полиэфир, 20% лебяжий чесаный пух.	$t_{св} = 240^{\circ}\text{C}$ $\tau = 1 \text{ мин } 40 \text{ с}$
4	Ткань верха тик с серебристым напылением, состав 100% полиэстер; наполнитель бамбуковый пласт, состав 75% полиэфир, 25% бамбуковое чесаное волокно, плотность поверхности 300 г/кв. м.	$t_{св} = 189^{\circ}\text{C}$ $\tau = 1 \text{ мин } 05 \text{ с}$
5	Ткань верха тик с серебристым напылением, состав 100% полиэстер; наполнитель овечий пласт, состав 75% полиэфир, 25% овечья чесаная шерсть, плотность поверхности 300 г/кв. м.	$t_{св} = 207^{\circ}\text{C}$ $\tau = 53 \text{ с}$
6	Ткань верха цветная таргалет (жатка) с плотностью поверхности 280 г/кв. м, состав 100% полиэстер; наполнитель синтепон с плотностью поверхности 100 г/кв. м, состав 100% полиэфир; подкладка низ (белый) микрофибра с плотностью поверхности 80 г/кв. м, состав 100% полиэстер.	$t_{св} = 237^{\circ}\text{C}$ $\tau = 1 \text{ мин } 15 \text{ с}$
7	Ткань готовая хлопчатобумажная гладкокрашенная саржа, для изготовления пальтово-костюмного ассортимента, плотность поверхности 250 г/кв. м.	$t_{св} = 195^{\circ}\text{C}$ $\tau = 1 \text{ мин } 39 \text{ с}$
8	Ткань смесовая ST 1, плотность поверхности 220 г/кв. м, состав 35% хлопок, 65% полиэстер. Производитель – Китай.	$t_{св} = 206^{\circ}\text{C}$ $\tau = 45 \text{ с}$
9	Ткань Бастон – чистошерстная ткань саржевого переплетения, с плотностью поверхности 190 г/кв. м, состав 65% полиэстер, 35% хлопок.	$t_{св} = 233^{\circ}\text{C}$ $\tau = 1 \text{ мин } 23 \text{ с}$
10	Ткань грета 1 – смесовая ткань саржевого переплетения (хлопок с изнанки, полиэстер с лицевой стороны), плотность поверхности 215 г/кв. м, состав 50% хлопок, 50% полиэфир.	$t_{св} = 239^{\circ}\text{C}$ $\tau = 1 \text{ мин } 35 \text{ с}$
11	Ткань грета 2 – смесовая ткань саржевого переплетения (хлопок с изнанки, полиэстер с лицевой стороны), плотность поверхности 215 г/кв. м, состав 30% хлопок, 70% полиэфир.	$t_{св} = 252^{\circ}\text{C}$ $\tau = 2 \text{ мин } 17 \text{ с}$
12	Вафельное полотно Сорт 1, плотность поверхности 200 г/кв. м, состав 100% хлопок.	$t_{св} = 243^{\circ}\text{C}$ $\tau = 2 \text{ мин } 06 \text{ с}$
13	Ткань Балтекс – саржевое переплетение с водоотталкивающей пропиткой(WR), плотность поверхности 215 г/кв. м, состав 49% хлопок, 51% полиэфир.	$t_{св} = 188^{\circ}\text{C}$ $\tau = 49 \text{ с}$
14	Ткань Бязь отбеленная сорт 1, плотность поверхности 146 г/кв. м, состав 100% хлопок.	$t_{св} = 187^{\circ}\text{C}$ $\tau = 1 \text{ мин } 17 \text{ с}$
15	Ткань Барьер – полотняное переплетение, гладкокрашенная (белая), прокладочная ветрозащитная, плотность поверхности 60 г/кв. м, состав 100% полиэстер.	$t_{св} = 144^{\circ}\text{C}$ $\tau = 33 \text{ с}$

Полученные результаты по температурным показателям пожарной опасности текстильных материалов представляют практический интерес для пожарно-технических специалистов, работающих в области судебной пожарно-технической экспертизы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL: <https://textile-space.ru/catalog/clothes/pozharnaya-bezopasnost-i-sertifikatsiya-tekstilnoi-produktsii> (дата обращения 25.02.2020).
2. ГОСТ – 12.1.044.– 89*. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. М. Издательство стандартов. 1990.
3. Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов. Разработана сотрудниками ФГУ ВНИИПО МЧС России: д.т.н., профессором Ю.Н. Шебеко; д.т.н., профессором В.И. Горшковым; к.т.н. И.А. Корольченко; А.С. Кухтиным; В.Л. Крыловым. Утверждена ФГУ ВНИИПО МЧС России 21.04.2004 г.
4. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник в 2-х томах / Под ред. А.Н. Баратова, А.Я. Корольченко. - М.: Химия, 1990.

УДК 614.84

Н. Ш. Лебедева, Н. А. Таратанов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОБАВОК К ПЕНООБРАЗУЮЩИМ СОСТАВАМ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Аннотация: в работе представлена методика синтеза микрочастиц оксидов алюминия, позволяющая получать мезопористые материалы, с узким распределением пор по размеру. Синтезированные материалы характеризуются различной величиной удельной поверхности, степенью гидрофобности.

Ключевые слова: наночастицы, диоксид алюминия, время тушения, огнетушащие составы, пенообразователь.

N. Sh. Lebedeva, N. A. Taratanov

THE STUDY OF ADDITIVES TO THE FOAM- FORMING COMPOSITIONS BASED ON ALUMINIUM OXIDE

Abstract: the paper presents a method for the synthesis of aluminum oxide microparticles that allows obtaining mesoporous materials with a narrow pore size distribution. The synthesized materials are characterized by different specific surface values and hydrophobicity.

Keywords: nanoparticles, aluminum dioxide, extinguishing time, fire extinguishing agents, foaming agents.

Система пенного пожаротушения – самая распространенная система, широко применяющаяся для тушения пожаров, она основана на подаче на поверхность очага горения жидких горючих различных воздушно-механических пен, которые образуются в пеногенераторах при введении в водные растворы пенообразователя воздуха [1]. Пенообразующая способность пенообразователей, составленных на основе одних только поверхностно-активных веществ в большинстве случаев недостаточна, эти простейшие составы обладают низкой огнетушащей эффективностью, требуют больших расходов воды и

пенообразователей. Для повышения кратности и стабильности пены, а также для улучшения других эксплуатационных характеристик в состав пенообразователей вводят различные добавки. При этом все представленные к настоящему времени добавки, повышающие устойчивость пен, вносятся в существенных количествах, составляющие единицы, а в ряде случаев десятки массовых процентов, это приводит к существенному увеличению себестоимости огнетушащих составов. В отличие от имеющихся решений предложено для стабилизации пен использовать нано- и микрочастицы оксида алюминия в количествах 0,01-0,05 масс.%. Мелкие твердые частицы способны адсорбироваться на границе раздела жидкость-газ и, таким образом, стабилизировать пену [2,3]. Ключевыми свойствами, влияющими на адсорбцию и определяющими положение частицы на границе раздела фаз (рис.1), являются гидрофобность, удельная поверхность, форма и размер пор.

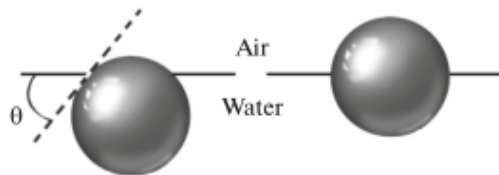


Рис. 1. Схематическое расположение частиц на поверхности раздела фаз [2]

Если частица является гидрофобной, угол θ увеличивается, и частицы имеют тенденцию оставаться в воздухе с максимальным отталкиванием от воды.

В связи с вышесказанным цель данной работы была посвящена получению и исследованию поверхности синтезируемых частиц оксида алюминия. Методика получения частиц оксида алюминия, с величиной удельной поверхности, равной $(40 \div 53) \text{ м}^2/\text{г}$, объемом пор - $(0,14 \div 0,15) \text{ см}^3/\text{г}$ и средним диаметром пор - $8 \div 14 \text{ нм}$ (см. табл.1 и рис. 2-4) заключается в следующем: в насыщенный раствор $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ добавить 25 % раствор NH_3 в воде до $\text{pH} = 6,8$. Полученную суспензию необходимо прокипятить с обратным холодильником в течение 1 часа, далее раствор охладить, а надосадочный раствор слить. Полученный осадок промывается дистиллированной водой на воронке бюхнера, по достижению pH промывной воды 7.0. Полученный осадок прокаливается при температуре $500\text{-}550 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 2 часов.

Таблица 1. Адсорбционная способность образца по методу Брунауэра-Эметта-Теллера (БЭТ), расчет по адсорбционной ветви изотермы Al_2O_3

Диаметр пор, нм	Объем пор $\text{см}^3/\text{г}$	Площадь поверхности пор	dV(d)	dS(d)	dV(logd)	Суд $\text{м}^2/\text{г}$
3.1957	6.4634e-05	8.0901e-02	1.8031e-04	2.2569e-01	1.3254e-03	1.6590e+00
3.5853	1.5807e-03	1.7723e+00	3.6040e-03	4.0209e+00	2.9718e-02	3.3156e+01
4.0477	4.0009e-03	4.1640e+00	4.7998e-03	4.7432e+00	4.4677e-02	4.4150e+01
4.6066	6.8467e-03	6.6351e+00	4.6386e-03	4.0278e+00	4.9129e-02	4.2659e+01
5.3080	1.1032e-02	9.7887e+00	5.3014e-03	3.9950e+00	6.4675e-02	4.8738e+01
6.1832	1.9220e-02	1.5086e+01	8.5214e-03	5.5126e+00	1.2108e-01	7.8326e+01
7.2399	3.0044e-02	2.1066e+01	9.3923e-03	5.1892e+00	1.5624e-01	8.6324e+01
8.7878	5.1615e-02	3.0885e+01	1.1099e-02	5.0522e+00	2.2367e-01	1.0181e+02
11.3923	7.8559e-02	4.0345e+01	8.2511e-03	2.8971e+00	2.1495e-01	7.5472e+01
15.6001	1.1120e-01	4.8716e+01	6.3389e-03	1.6254e+00	2.2561e-01	5.7850e+01
26.8347	1.3571e-01	5.2369e+01	1.4150e-03	2.1092e-01	8.4307e-02	1.2567e+01
85.7525	1.4543e-01	5.2822e+01	9.6682e-05	4.5098e-03	1.6657e-02	7.7700e-01

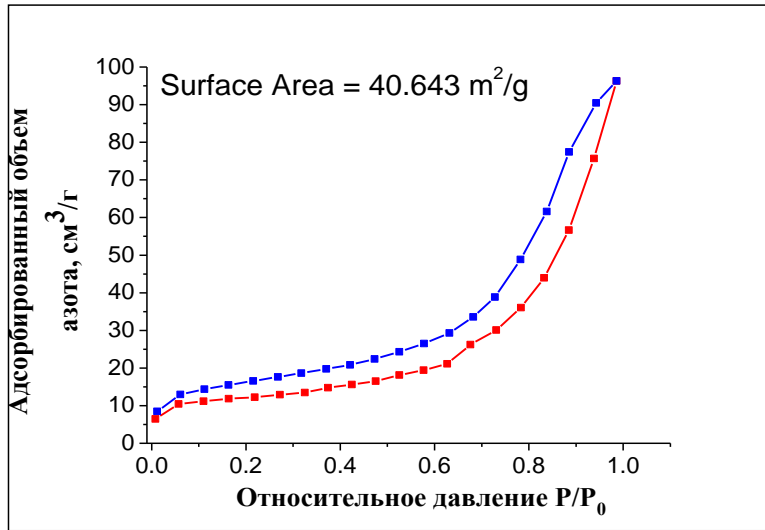


Рис. 2. Изотерма адсорбции /десорбции азота Al₂O₃

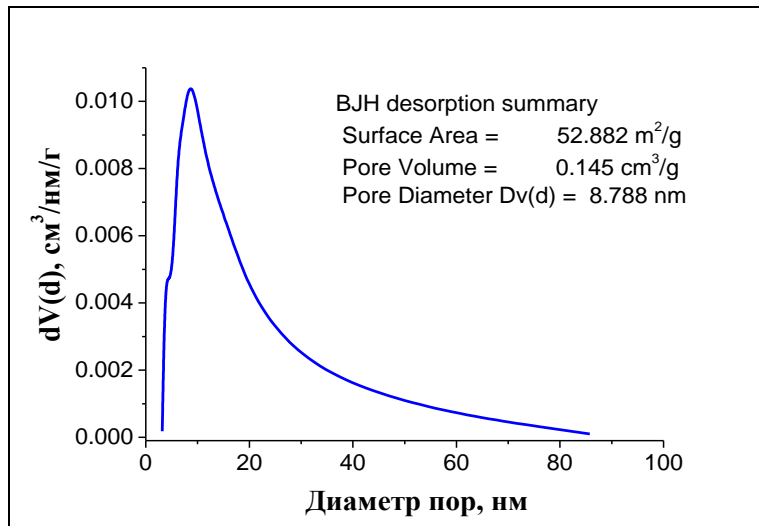


Рис. 3. Распределение мезо- и макро-пор по размерам для Al₂O₃ определенное по методу Баррета-Джойнера-Халенды

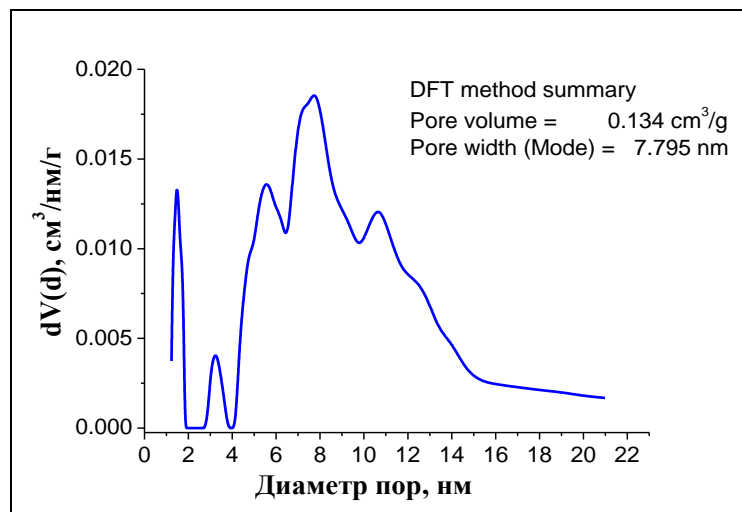


Рис. 4. Распределение пор по размерам для Al₂O₃

Из проведенных исследований следует, что данная методика получения микрочастиц оксидов алюминия, позволяет получать мезопористые материалы, с узким распределением пор по размеру, а синтезированные материалы характеризуются различной величиной удельной поверхности, степенью гидрофобности.

При внесении указанных добавок в раствор пенообразователя, из которого потом по стандартной методике готовится рабочий огнетушащий раствор на выходе получаем сложные дисперсные системы, в которых в качестве дисперсной фазы выступает газ (воздух), дисперсионной среды - жидкость (раствор пенообразователя) со второй дисперсной фазой – нано- или микрочастицы оксидов.

Данные добавки являются экологически безопасными, а использование таких добавок позволит в разы увеличить устойчивость пожарной пены к термовоздействию, уменьшив тем самым ее количество и сокращая время тушения до 2,5 раз [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баратов А.Н., Иванов Е.Н. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности. – 1979. - 368 с.
2. Binks B.P. Particles as surfactants-similarities and differences // Current opinion in colloid & interface science. 2002. V. 7. №. 1-2. pp. 21-41.
3. Vignati E., Piazza R., Lockhart T.P. Pickering emulsions: interfacial tension, colloidal layer morphology, and trapped-particle motion // Langmuir. 2003. V. 19. №. 17. pp. 6650-6656.
4. Лебедева Н.Ш., Таратанов Н.А. Экологически безопасные добавки к огнетушащим средствам, повышающие устойчивость пены // Современные проблемы гражданской защиты. 2019. № 4 (33). С. 61-73.

УДК 66.047.3.085.1

А. А. Липин, П. Е. Ковалев, А. Г. Липин

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ СУШКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА КОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ

Аннотация: В статье представлена математическая модель процесса радиационной сушки функциональных покрытий, наносимых на звукопоглощающий композиционный материал. Модель позволяет прогнозировать изменение по длине сушильной камеры влагосодержания покрытий, температуры материала, влагосодержания и температуры воздуха. Выполнен численный эксперимент, показано влияние скорости движения материала в камере на кинетику сушки покрытий, что позволило рекомендовать необходимые габариты сушилки.

Ключевые слова: радиационная сушка, кинетика сушки, композиционные материалы, энергоэффективность, математическое моделирование.

А. А. Lipin, P. E. Kovalev, A. G. Lipin

MODELING FUNCTIONAL COATING DRYING ON COMPOSITE MATERIAL

Abstract: The paper presents a mathematical model of radiation drying of functional coatings applied to a sound- absorbing composite material. The model allows to predict changes of coatings moisture content, material temperature, air moisture content and air temperature on the length of the drying chamber.

A numerical experiment was performed. Relation of coating drying kinetics on material velocity in the drying chamber was shown. Main dimensions of the dryer were predicted.

Keywords: radiation drying, drying kinetics, composite materials, energy efficiency, mathematical modelling.

При производстве звукопоглощающих и теплоизоляционных материалов широко применяются различные композиционные материалы. Они изготавливаются на основе пенополиэтилена, пенополиуретана, пенополистирола и др. [1]. Такие материалы выпускаются в виде длинных листов, свернутых в рулоны. Для удобства монтажа, например, на кузов автомобиля, на одну из поверхностей листа композиционного материала наносится слой клеевого покрытия. Для предотвращения слипания слоев материала в рулоне на вторую поверхность листа наносят слой антиадгезионного покрытия. Адгезионное покрытие формируется из клеевой полимерной эмульсии, а основу антиадгезионного покрытия составляет водная суспензия талька и КМЦ. После нанесения на композиционный материал оба функциональных слоя необходимо полностью высушить.

Математическое моделирование является полезным инструментом для понимания или уточнения влияния различных входных переменных на эффективность процесса. Применение методов математического моделирования может существенно сократить исследовательские и конструкторские работы, необходимые для выбора рациональных технологических режимов сушки функциональных покрытий на композиционном материале.

В работе выполнено математическое моделирование процесса радиационной сушки адгезионного и антиадгезионного покрытий на звукопоглощающем материале. Расчетная схема сушильной камеры представлена на рис. 1. Материал в виде ленты шириной B и толщиной h перемещается в сушилке со скоростью w . Подвод тепла осуществляется от двух электрических источников ИК-излучения. Для удаления паров влаги в камеру непрерывно подается воздух с расходом G_z . Материал и воздух движутся прямоточно.

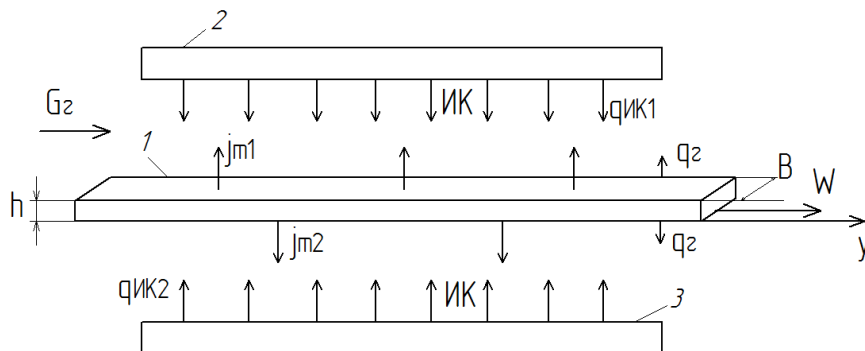


Рис. 1. Расчетная схема сушилки:

1 – композиционный материал; 2, 3 – источники ИК излучения

Математическое описание процесса включает в себя следующие уравнения.

Уравнение теплового баланса в дифференциальной форме для материала:

$$\frac{dt}{dy} = \left[q_{ИК1} + q_{ИК2} - r^* j_{m1} - r^* j_{m2} + 2\alpha_r (t_r - t) \right] / [w \cdot \rho \cdot h \cdot c_m]. \quad (1)$$

где $q_{ИК1}$, $q_{ИК2}$ – плотности теплового потока от источников ИК-излучения; r^* – теплота парообразования; j_{m1} , j_{m2} – удельные потоки испаренной влаги из адгезионного и антиадгезионного слоя, соответственно; α_r – коэффициент теплоотдачи от материала к воздуху в сушильной камере; t_r – температура воздуха; c_m – теплоемкость материала; ρ – плотность материала.

Первые два слагаемых правой части уравнения отражают приход тепла от ИК-излучателей, расположенных со стороны адгезионного и антиадгезионного покрытий, соответственно. Третье и четвертое слагаемое характеризуют расход тепла на испарение влаги из функциональных покрытий, а последнее слагаемое – теплообмен с воздухом.

Дифференциальное уравнение относительно влагосодержания адгезионного покрытия:

$$dU_1 / dy = \beta_p B(p_{п1} - p_{г}) / G_{м1}. \quad (2)$$

Дифференциальное уравнение относительно влагосодержания антиадгезионного покрытия:

$$dU_2 / dy = \beta_p B(p_{п2} - p_{г}) / G_{м2}, \quad (3)$$

где β_p – коэффициент массоотдачи; B – ширина ленты; $p_{п}$, $p_{г}$ – парциальное давление паров воды над поверхностью слоя покрытия и в воздухе; $G_{м1}$, $G_{м2}$ – массовые расходы по сухому покрытию (для адгезионного и антиадгезионного слоя, соответственно).

Уравнение теплового баланса в дифференциальной форме для потока газа (воздуха) внутри сушильной камеры:

$$dt_{г} / dy = \alpha_{г} (t_{г} - t) B / (G_{г} c_{г}), \quad (4)$$

где $G_{г}$ – массовый расход воздуха; $c_{г}$ – теплоемкость воздуха.

Дифференциальное уравнение для расчета влагосодержания воздуха:

$$dx / dy = \beta_p (p_{п1} - p_{г}) \cdot B / G_c + \beta_p (p_{п2} - p_{г}) \cdot B / G_{г}. \quad (5)$$

Уравнения для расчета парциальных давлений паров воды над поверхностью функциональных покрытий:

$$p_{п1} = p_{нас}(t) \psi_1(U_1), \quad p_{п2} = p_{нас}(t) \psi_2(U_2), \quad (6)$$

где $p_{нас}$ – давление насыщенных паров воды; $\psi_1(U_1)$, $\psi_2(U_2)$ – эмпирические коэффициенты, учитывающие снижение парциального давления водяных паров над поверхностью соответствующего покрытия при уменьшении его влагосодержания.

Зависимости $\psi_1(U_1)$, $\psi_2(U_2)$ были определены в наших предыдущих работах [2, 3]. Зависимость давления насыщенного водяного пара $p_{нас}$ от температуры была аппроксимирована уравнением, приведенным в работе [4].

Начальные условия для уравнений (1)-(5):

$$t(0) = t_0, U_1(0) = U_{1,0}, U_2(0) = U_{2,0}, t_{г}(0) = t_{г,0}, x(0) = x_0. \quad (7)$$

Система уравнений (1)-(6) с начальными условиями (7) решалась численным методом. Был применен метод Рунге-Кутты 4-го порядка.

С помощью представленной математической модели был выполнен численный эксперимент. Принимались следующие исходные данные для расчета: ширина ленты материала 1 м, расход эмульсии, формирующей адгезионное покрытие, 0,012 кг/с расход суспензии, формирующей антиадгезионное покрытие, 0,018 кг/с.

На рис. 2 представлены кривые сушки покрытий и температурная кривая прогрева материала, рассчитанные при скорости движения материала $w=7$ м/мин. Суммарная плотность теплового потока от ИК-излучателей составила 8000 Вт/м². Превышение этого значения нежелательно, так как это приводит к перегреву материала свыше допустимых 80 °С. При этих условиях для высушивания покрытий до остаточного влагосодержания 0,01 кг/кг необходимая длина сушильной камеры составляет 8 м.

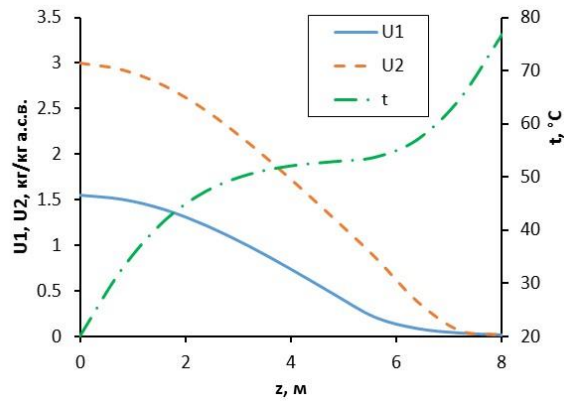


Рис. 2. Изменение влагосодержания адгезионного U1, антиадгезионного U2 покрытий и температуры материала t по длине сушилки

Изменение параметров воздуха по длине сушильной камеры представлено на рис. 3.

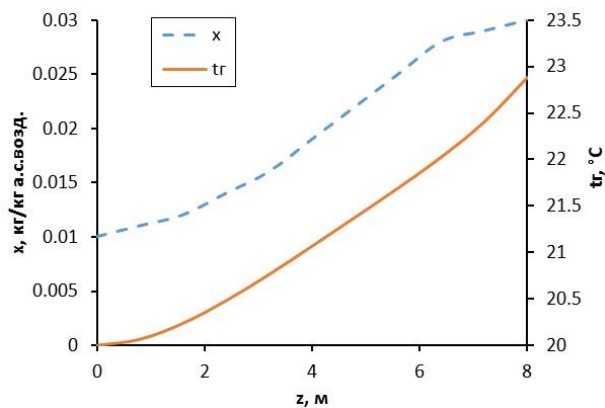


Рис. 3. Изменение влагосодержания x и температуры t_r воздуха по длине сушилки

При прямоточном движении по отношению к материалу воздух прогревается с 20 °C до 23 °C, при этом его влагосодержание увеличивается от 0,01 кг/кг до 0,03 кг/кг.

На рис. 4 представлены результаты вычислительного эксперимента, показана зависимость длины сушильной камеры, необходимой для высушивания функциональных покрытий до остаточного влагосодержания 0,01 кг/кг, от скорости движения материала в камере сушилки и от толщины материала. Анализ кривых рис. 4 показал, что увеличение скорости и толщины материала ведет к увеличению длины сушилки.

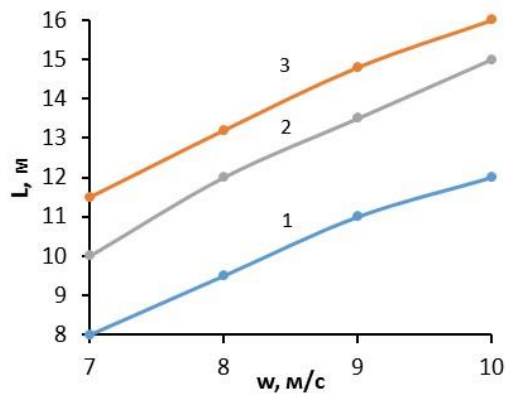


Рис. 4. Зависимость длины сушильной камеры от скорости движения материала при различной толщине материала: 1 – h=2 мм; 2- h=2,5 мм; 3 - h=3 мм

Таким образом, представленная математическая модель позволяет прогнозировать изменение влагосодержания адгезионного и антиадгезионного покрытий, температуры звукопоглощающего материала, температуры и влагосодержания воздуха по длине сушильной камеры и выбирать параметры, обеспечивающие сушку в требуемых диапазонах температур. Кроме того, с помощью модели можно рассчитать конструктивные параметры сушилки: длину сушильной камеры и ширину ленты.

В дальнейшем планируется выполнить моделирование сушилки при противоточном движении материала и воздуха, а также усовершенствовать модель с целью прогнозирования профиля температуры по толщине покрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. – СПб: НОТ, 2008 г. – 822 с.
2. Липин А.А., Ковалев П.Е., Липин А.Г. Кинетика сушки антиадгезионного покрытия на звукопоглощающем материале // Актуальные вопросы естествознания: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 60-64.
3. Ковалев П.Е., Тортева Д.С. Исследование кинетики сушки клеевого покрытия на композиционном материале // Семьдесят вторая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием: сб. материалов конф. В 3 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс]. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2019. – С. 755-758.
4. Липин А.А., Небукин В.О., Липин А.Г. Моделирование процессов теплопереноса при капсулировании гранул в фонтанирующем слое // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2018.

УДК 378.146

Л. В. Медведева, И. Л. Данилов, Н. И. Егорова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ИЗУЧЕНИЕ СЛОЖЕНИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ ВИРТУАЛЬНОГО ОСЦИЛЛОГРАФА В СРЕДЕ EXCEL

Аннотация: В статье рассмотрена модель виртуального осциллографа, разработанная в среде EXCEL. Модель позволяет изучить влияние параметров колебательной системы на графическое изображение колебательных процессов при проведении виртуальных лабораторных работ по теме «Колебания» курса физики. На экран осциллографа можно выводить сигнал с одного из двух каналов отдельно и одновременно или их суммарный сигнал для изучения процессов сложения колебаний. Предусмотрена вариация в широких пределах частоты развертки, амплитуды, начальной фазы наблюдаемых сигналов.

Ключевые слова: виртуальная лабораторная работа, модель осциллографа в среде EXCEL, сложение колебаний, интерактивное обучение.

L. V. Medvedeva, I. L. Danilov, N. I. Egorova

STUDYING THE ADDITION OF HARMONIC OSCILLATIONS USING A VIRTUAL OSCILLOSCOPE MODEL IN EXCEL

Abstract: The article considers a model of a virtual oscilloscope developed in the EXCEL environment. The model allows us to study the influence of parameters of the oscillatory system on the graphic image of oscillatory processes during virtual laboratory work on the topic of "Oscillations" of the physics course. On the oscilloscope screen, you can output a signal from one of the two channels separately and simultaneously, or their combined signal to study the processes of adding vibrations. There is a wide range of variations in the sweep frequency, amplitude, and initial phase of the observed signals.

Keywords: virtual laboratory work, modeling of physical processes in EXCEL, the model of the oscilloscope in EXCEL, addition of oscillations, interactive training.

Академик Н. Д. Папалекси (1880-1947), один из выдающихся ученых в области теории колебаний, отмечал:

▪ «Не будет, вероятно, преувеличением сказать, что среди процессов, как свободно протекающих в природе, так и используемых в технике, колебания, понимаемые в широком смысле этого слова, занимают во многих отношениях выдающееся и часто первенствующее место. С колебательными и периодическими (повторяющимися) движениями имеет дело астрономия при изучении движения Земли и других небесных тел; с колебаниями земной коры (и землетрясениями) имеет дело сейсмология. Колебания лежат в основе процессов, происходящих в атомном ядре».

По современным научным представлениям важнейшие физические процессы окружающего мира (звуковые, тепловые, световые, электромагнитные явления) являются различными видами колебаний.

Теория и энергетические соотношения колебательного движения являются фундаментальным ядром разработки практических способов получения, передачи и потребления электрической энергии, радиотехники, телефонии, телеграфии, радиовещания и телевидение, современной радиолокации, биений сердца, дыхания, приливов и отливов, колебаний строительных конструкций, смены дня и ночи и т.д. [2]

Возникновение чрезвычайных ситуаций нередко также обусловлено явлением резонанса, биениями, деформациями как результатами биений и механических колебаний, которые сопровождают работу различных механизмов.

Таким образом, качество изучения колебательных процессов в процессе профессиональной подготовки инженерных кадров имеет чрезвычайное значение, а, следовательно, актуализируется проблема выбора измерительных приборов для исследования и расчета характеристик колебательного движения.

В настоящее время осциллограф является одним из самых распространенных контрольно-измерительных приборов (наряду с мультиметрами), который способен производить учебные, научные и производственные исследования для исследования временных и амплитудных параметров электрического сигнала, который подается на его вход, или непосредственно на экране.

Современные осциллографы позволяют значительно сокращать время исследований и разработок, так как имеют значительный набор измерительных приложений, глубокую память и высочайшую скорость обновления сигналов на экране. [1, 3]

В СПбУ ГПС МЧС России на кафедре ФТООПБ с 2016 года разрабатывается и успешно внедряется в учебный процесс комплекс виртуальных лабораторно-практических занятий (ЛПЗ) с использованием возможностей среды программирования EXCEL [4, 6,7].

В статье рассматривается использование модели осциллографа, разработанной в среде EXCEL, для изучения влияния различных параметров колебательной системы на наблюдаемый на экране монитора вид графических отображений гармонических сигналов. Кроме того имеется возможность получения ангармонических сигналов, которые образуются

в результате сложения взаимно-перпендикулярных колебаний или колебаний одного направления.

На рис.1 приведен вид экрана виртуального осциллографа для моделирования сложения гармонических колебаний одного направления.

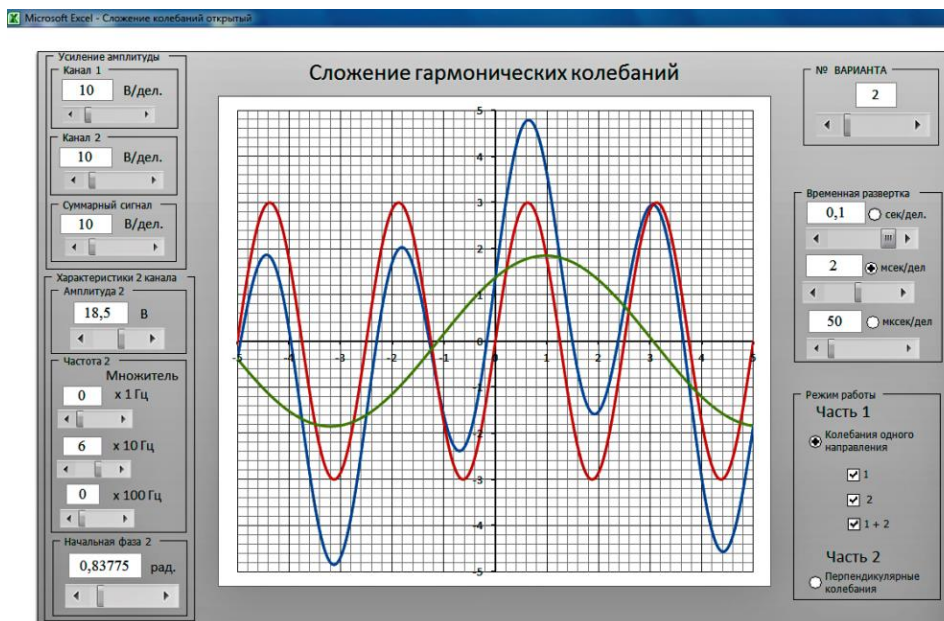


Рис. 1. Вид панели осциллографа после ввода номера варианта для заданных значений амплитуды, частоты и начальной фазы складываемых гармонических колебаний одного направления

На экране отображаются три колебательных сигнала:

- гармонический сигнал в канале 1;
- гармонический сигнал в канале 2;
- результирующий сигнал сложения колебаний 1 и 2 одного направления.

Сигналы могут выводиться на экран по отдельности или все вместе путем установки или снятия галочек в нижней правой части панели осциллографа.

Оптимальный вид графических зависимостей подбирается путем регулировки амплитуды, частоты, начальной фазы изучаемых сигналов и частоты развертки осциллографа. Регулировка всех перечисленных параметров производится перемещением движков, установленных в соответствующих окнах управления на панели осциллографа.

Вариативность работы заключается в задании различных комбинаций параметров колебательной системы в канале 1, данные которого скрыты от обучающегося в процессе выполнения ЛПЗ.

Данная разработка позволяет сформировать навыки работы с учебной информацией, содержащей графические образы изучаемых сигналов, так как определение амплитуды и периода колебаний производится с экрана панели осциллографа.

На рис.2 приводится вид панели осциллографа в случае выполнения задания по получению и определению частоты биений.

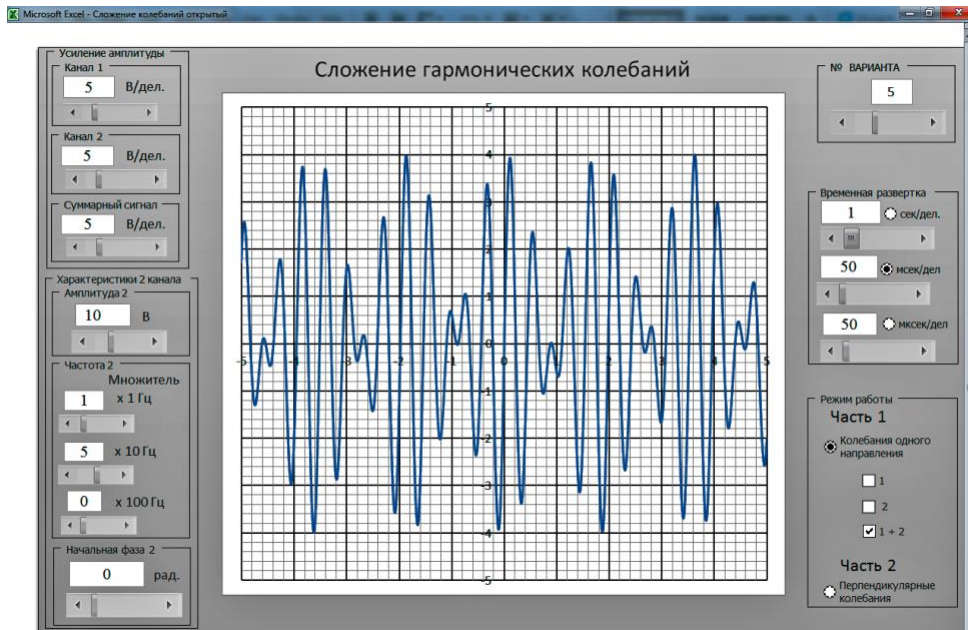


Рис. 2. Вид панели осциллографа после ввода номера варианта для изучения биений.

На рис 3. Приводится вид панели осциллографа при изучении сложения гармонических взаимно-перпендикулярных колебаний и получения фигур Лиссажу.

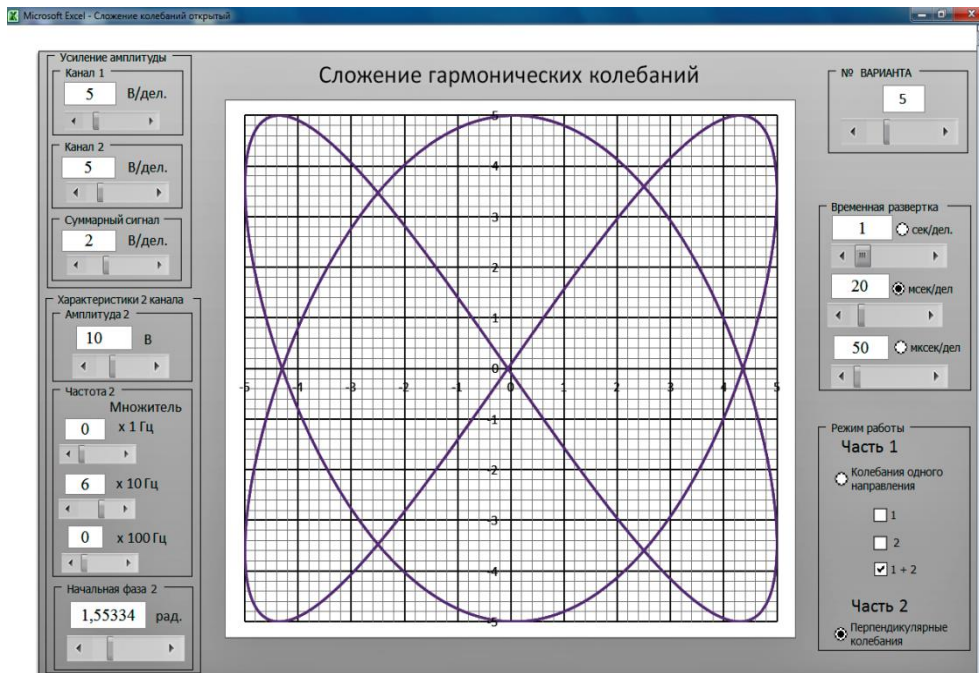


Рис. 3. Вид панели осциллографа после ввода номера варианта для изучения фигур Лиссажу.

В случае изучения фигур Лиссажу имеется наглядная возможность быстрого получения влияния на вид фигуры разности фаз складываемых колебаний. Регулировка начальной фазы сигнала в канале 2 проводится перемещением движка в левом нижнем углу панели осциллографа.

На нашей кафедре ЛПЗ по физике по теме «Колебания» проводятся и в режиме натурального эксперимента с использованием двухлучевого осциллографа ОЦЛ2, лицевая панель которого показана на рис.4. [4, 5]

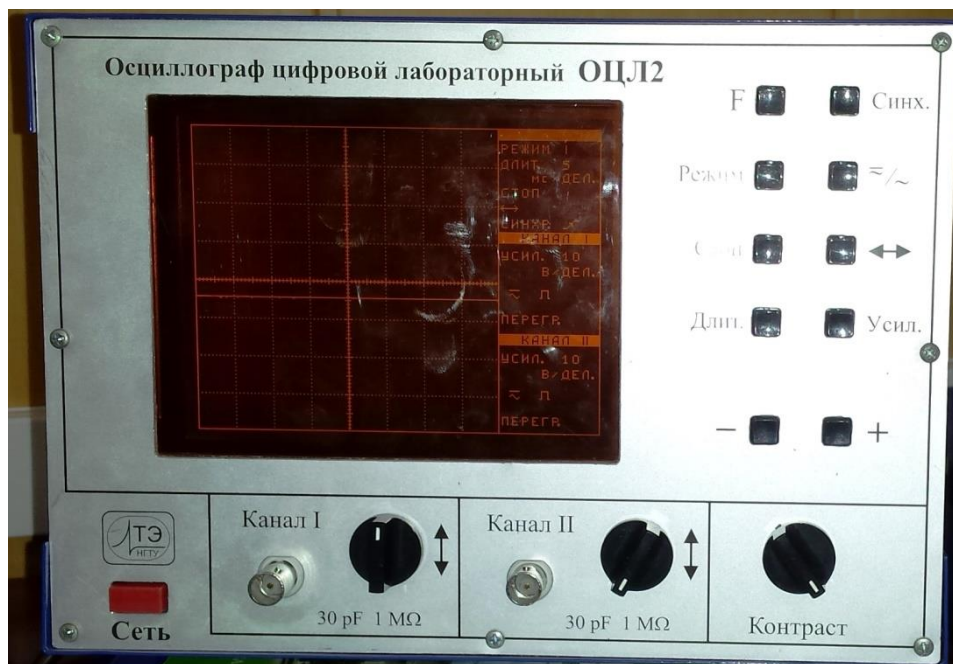


Рис. 4. Лицевая панель двухлучевого осциллографа ОЦЛ2.

Однако обеспечить доступ к работе с ОЦЛ2 при составе группы в 25 и более человек не представляется возможным из-за недостатка лабораторных установок и помещений. Кроме того на экране ОЦЛ2 в учебной лаборатории можно наблюдать только электрические сигналы. В случае модели в среде EXCEL легко задать параметры характерные для механических, тепловых или оптических колебательных систем.

Из рис.4 видно, что элементы управления ОЦЛ2 и виртуальной модели в среде EXCEL подобны друг другу.

Например для ОЦЛ2:

- кнопка «Режим» позволяет выводить на экран сигнал с канала 1, канала 2, оба одновременно, или в варианте X-Y для сложения перпендикулярных колебаний;
- кнопка «Длит» меняет частоту развертки;
- кнопка «Усил» меняет усиление по напряжению и т.п.

В заключении отметим, что проведение натуральных и виртуальных ЛПЗ по схожим методикам позволяет провести аналогии между результатами, полученными с помощью реальных измерительных приборов и графических образов в случае программного моделирования.

Авторы приглашают к сотрудничеству в области моделирования физических процессов в среде EXCEL всех заинтересованных лиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурьянов Б.П. Магнитоэлектрический осциллограф/ Б.П. Бурьянов.-М.: Государственная энергетическое издательство, 1988.-240 с.
2. Данилов И. Л., Медведева Л. В. «Праксиологические аспекты компьютерного моделирования колебательных процессов в образовательной среде вуза МЧС России». Вестник СПбУ ГПС МЧС России. Выпуск №4. 2019. Стр. 75-81.
3. Дьяконов В.П. Современная осциллография и осциллографы/ В.П. Дьяконов .-М.: Солон-Пресс,2005.-320 с.
4. Л.В. Медведева, И.Л. Данилов, Н.И. Егорова. Использование возможностей среды EXCEL для симуляции измерительных приборов при проведении виртуальных

лабораторных работ по физике. IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы естествознания». Сборник материалов. Иваново 2019. Стр.387-391.

5. Медведева Л.В., Данилов И.Л., Егорова Н.И. Формирование фундаментальных знаний на основе реализации интегративного подхода к обучению в ВУЗе МЧС России. Человек и образование. 2018. №1 (54). С.82-87.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614041 от 27 марта 2019 г. «Автоматизация изучения законов механических гармонических и затухающих колебаний». Данилов И.Л., Егорова Н.И.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614220 от 01 апреля 2019 г. «Автоматизация изучения процессов разряда конденсатора». Данилов И.Л., Егорова Н.И..

УДК 378.146

Л. В. Медведева, И. Л. Данилов, Н. И. Егорова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ И РЕЗОНАНСА В СРЕДЕ EXCEL

Аннотация: В статье приведен пример моделирования вынужденных механических колебаний при проведении виртуальной лабораторной работы по теме «Колебания» курса физики. Данный подход позволяет всесторонне изучить влияние всех параметров колебательной механической системы и вынуждающей силы на особенности явления механического резонанса.

Ключевые слова: виртуальная лабораторная работа, моделирование физических процессов в среде Microsoft Excel, механический резонанс, интерактивное обучение.

L. V. Medvedeva, I. L. Danilov, N. I. Egorova

SIMULATION OF FORCED MECHANICAL VIBRATIONS AND RESONANCE IN AN EXCEL ENVIRONMENT

Abstract: The article provides an example of simulation of forced mechanical vibrations during a virtual laboratory work on the topic of "Vibrations" of the physics course. This approach allows us to comprehensively study the influence of all parameters of the vibrational mechanical system and the driving force on the features of the phenomenon of mechanical resonance.

Keywords: virtual laboratory work, modeling of physical processes in Microsoft Excel, mechanical resonance, interactive training.

В университете ГПС МЧС России на кафедре ФТООПБ с 2016 года разрабатываются и успешно внедряются в учебный процесс виртуальные лабораторные работы по физике с использованием возможностей среды программирования Microsoft Excel. В настоящее время на одиннадцать обучающих программных продуктов получены Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, в числе которых три программы разработаны и получили государственную регистрацию в 2019 году [1-3].

В ходе проведения лабораторно-практических занятий (ЛПЗ) обучающиеся овладевают экспериментальными методами познания в процессе самостоятельных лабораторных исследований с помощью компьютерных моделей физических явлений и процессов [4-6].

Целью разработки авторского программного продукта «Автоматизация изучения вынужденных механических колебаний и резонанса» является моделирование явления механического резонанса и влияния на него различных параметров колебательной системы в среде EXCEL. В качестве исследуемой колебательной системы предлагается модель рессорной пружины автомобиля или железнодорожного вагона.

На экран монитора выводятся графики зависимости смещения и скорости колебаний рессоры от времени для двух разных значений коэффициента сопротивления (рис.1). По графикам определяются периоды и амплитуды вынужденных колебаний. Данные для построения резонансных кривых получаются путем изменения частоты вынуждающей силы в соответствующем окне на листе программы (рис.1).

Вариативность работы заключается в задании различных комбинаций параметров колебательной системы. Коэффициент упругости для различных вариантов меняется от 18000 до 24000 Н/м; масса груза – от 70 до 140 кг; коэффициенты сопротивления движению: первый задается в пределах от 80 до 100 кг/с, второй – от 400 до 600 кг/с. Следует отметить, что все параметры скрыты от обучающихся в процессе выполнения виртуального ЛПЗ. Кроме того, амплитуда вынуждающей силы, действующей на систему, вводится индивидуально каждым из учащихся. Исходные данные для измерений подбирались в соответствии с реальными характеристиками материалов, используемых для изготовления рессорных пружин автомобилей и железнодорожных вагонов. При этом структура программы позволяет преподавателю легко менять численные значения для каждого из вариантов, что позволяет уменьшить вероятность списывания обучающимися итогового отчета.

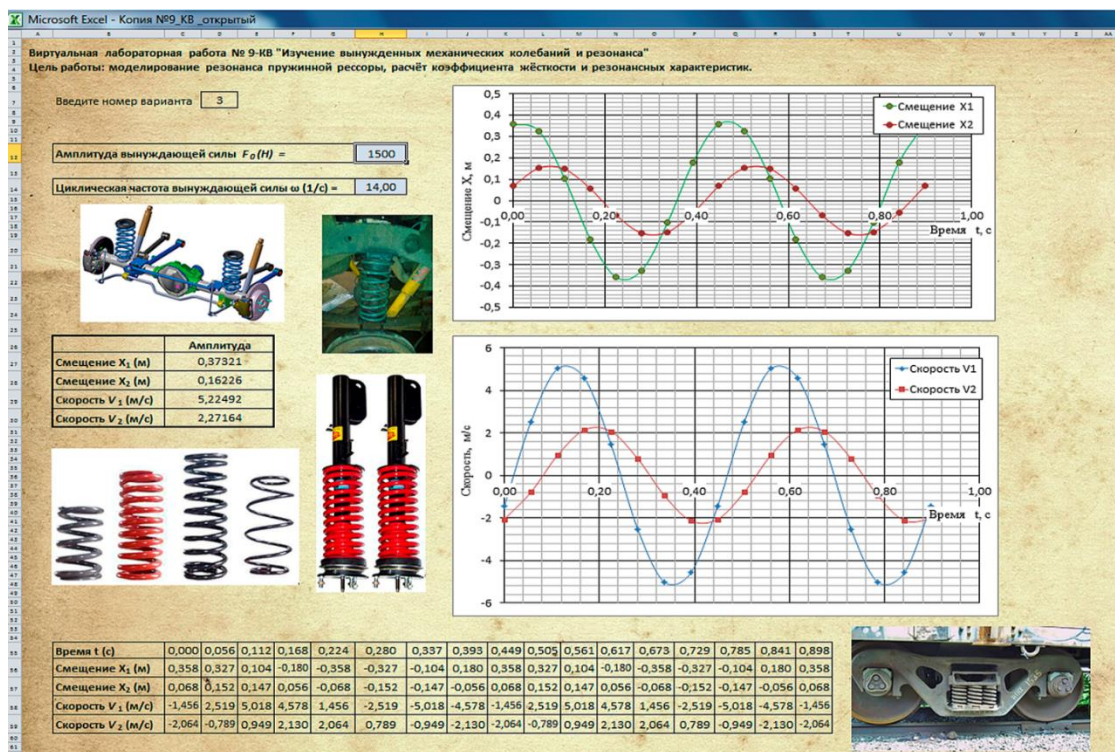


Рис. 1. Вид листа EXCEL после ввода номера варианта для заданных значений амплитуды и частоты вынуждающей силы

В ходе выполнения работы обучающиеся приобретают опыт работы с графическими и табличными данными. В первую очередь, в их задачу входит по полученным значениям построить графики зависимости амплитуды смещения $x_{1,2}$ и амплитуды скорости смещения $v_{1,2}$ от частоты (ω) вынуждающей силы. На рис. 2 и 3 приведены подобные зависимости, полученные в ходе выполнения работы. Рисунок 2 демонстрирует возможность определения из графика резонансной частоты $\omega_{\text{рез } x_1}$ для первого смещения, ширины резонансной кривой и амплитуды смещения при резонансе $x_{1 \text{ рез}}$. График, показанный на рисунке 3, позволяет определить резонансные частоты амплитуды скорости, которые должны быть равны между собой и совпадать с собственной частотой колебательной системы.

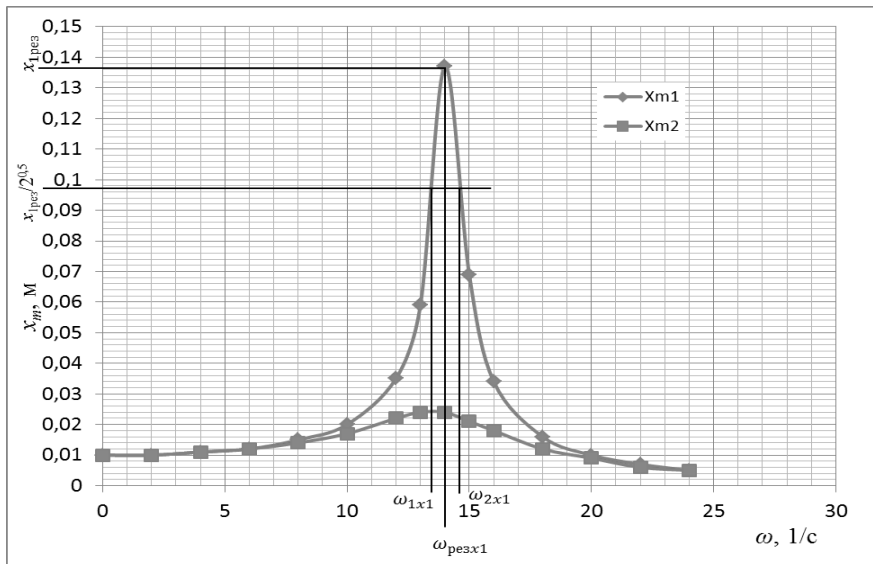


Рис. 2. График резонансных кривых для амплитуды смещения $x_{1m} = f(\omega)$ и $x_{2m} = f(\omega)$

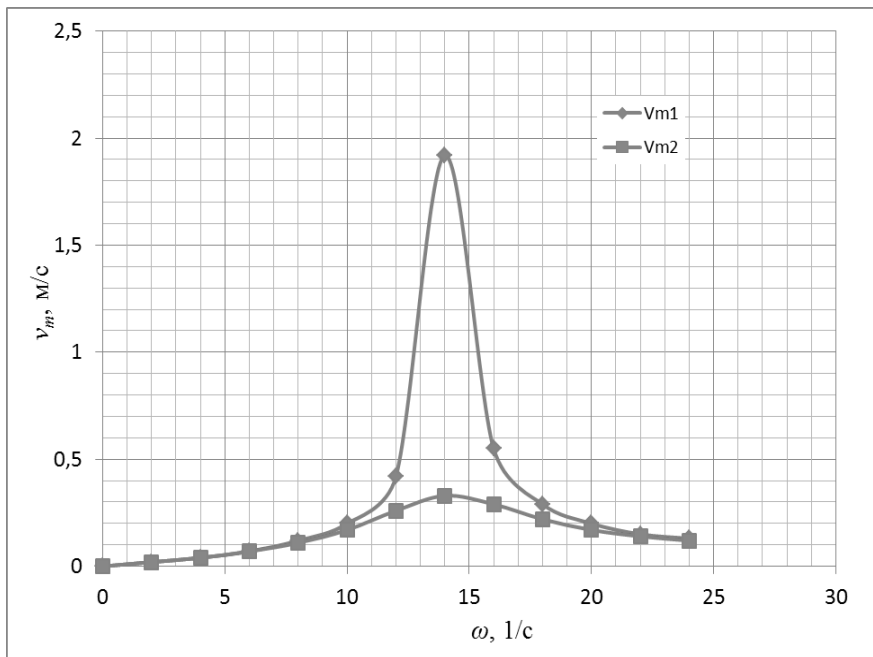


Рис. 3. График резонансных кривых для амплитуды скорости смещения $v_{1m} = f(\omega)$ и $v_{2m} = f(\omega)$

По данным, полученным из графиков, и начальным данным, представленным на экране, обучающиеся вычисляют коэффициент жесткости пружины, массу груза, коэффициенты затухания и определяют коэффициенты сопротивления изучаемой рессоры. Для каждого косвенного измерения по алгоритму расчета погрешностей косвенных измерений определяется погрешность.

В заключение отчета о выполнении лабораторных заданий каждый обучающийся должен самостоятельно грамотно представить результаты косвенных измерений и сделать выводы о степени согласованности результатов эксперимента и результатов теоретических расчетов.

Необходимыми условиями педагогического результата процесса внедрения авторских программных продуктов являются [4,7]:

1) целостность комплекса виртуальных лабораторных работ, которая обеспечивается в процессе практического освоения теории основных видов электрических и механических колебаний (гармонические, затухающие и вынужденные) в их преемственной связи;

2) гармоничное дополнение натуральных лабораторных исследований целостным комплексом виртуальных экспериментов для личного осмысления аналогии между результатами исследований колебательных процессов, полученными с помощью реальных измерительных приборов и графических образов программного моделирования;

3) направленное развитие интеллектуальных способностей обучающихся, которое обеспечивается: специально организованным процессом формирования навыков работы с учебной информацией, содержащей графические образы; индивидуализацией выполнения оценочных действий (сравнение, обобщение и формулировка выводов), а также систематической отработкой навыков генерализации и упорядочивания учебной информации на каждом лабораторно-практическом занятии;

4) систематическая организация познавательного диалога, направленного на понимание:

опасных проявлений колебательного движения (крутильные колебания коленчатых валов, вибрации корпусов и станин, мостовых сооружений и т.д.), которые могут стать причиной чрезвычайных ситуаций (разрушение мостов, флаттер, шимми и т.д.);

полезного использования колебаний (вибрационное погружение свай, виброзапрессовка деталей, виброуплотнители грунта, вибрационное транспортирование грузов и т.д.);

5) специально организованный анализ колебательно-волновых явлений и процессов в колебательных системах различной природы для выявления общих законов, закономерностей и энергетических соотношений колебательных моделей.

Авторы приглашают к сотрудничеству в области моделирования физических процессов в среде EXCEL всех заинтересованных лиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614041 от 27 марта 2019 г. «Автоматизация изучения законов механических гармонических и затухающих колебаний». Данилов И.Л., Егорова Н.И.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614219 от 01 апреля 2019 г. «Автоматизация изучения законов электростатики на примере построения полей заряженных объектов». Данилов И.Л., Егорова Н.И..

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614220 от 01 апреля 2019 г. «Автоматизация изучения процессов разряда конденсатора». Данилов И.Л., Егорова Н.И..

4. Медведева Л.В., Данилов И.Л., Егорова Н.И. Разработка интеллектуальных систем обучения фундаментальным дисциплинам в техническом ВУЗе. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России», вып. №2, 2018 г., стр. 136-143.

5. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Комплексный подход к применению интерактивных информационных технологий при изучении раздела «Электричество» курса физики в техническом ВУЗе. Научно-аналитический журнал «Природные и техногенные риски (физико-математические аспекты)». СПбУ ГПС МЧС России. Санкт-Петербург. №3(27), 2018, стр. 26-32.

6. Медведева Л.В., Данилов И.Л., Егорова Н.И. Формирование фундаментальных знаний на основе реализации интегративного подхода к обучению в ВУЗе МЧС России. Человек и образование. 2018. №1 (54). С.82-87.

7. Л.В. Медведева, И.Л. Данилов, Н.И. Егорова. Использование возможностей среды EXCEL для симуляции измерительных приборов при проведении виртуальных лабораторных работ по физике. IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы естествознания». Сборник материалов. Иваново 2019. Стр.387-391.

УДК 537.525

*Д. Б. Мурин¹, А. С. Козин¹, А. В. Бобылев¹, А. А. Малюгин¹, С. А. Пивоваренок¹,
И. В. Холодков¹, Н. В. Холодкова¹, А. М. Ефремов^{1,2}*

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПТИЧЕСКАЯ ЭМИССИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ, КАК МЕТОД КОНТРОЛЯ СОСТАВА ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

Аннотация: с помощью метода оптической эмиссионной спектроскопии проведено сравнительно исследование спектров излучения ВЧ и тлеющего разряда в тетрафторметане (CF₄) и трифторметане (CHF₃). Анализ полученных спектров излучения показал наличие атомарных и молекулярных частиц. Установлено, что зависимости интенсивностей линий и полос от внешних условий разряда определяются возбуждением излучающих состояний прямым электронным ударом.

Ключевые слова: плазма, фреоны, диагностика, активные частицы, спектральный контроль, интенсивности излучения, концентрации частиц.

*D. B. Murin, A. S. Kozin, A. V. Bobylev, A. A. Malyugin, S. A. Pivovarenok, I. V. Kholodkov,
N. V. Kholodkova, A. M. Efremov*

OPTICAL EMISSION SPECTROSCOPY AS A METHOD FOR MONITORING THE GAS PHASE COMPOSITION

Abstracts: using the method of optical emission spectroscopy, a comparative study of the radiation spectra of HF and glow discharge in tetrafluoromethane (CF₄) and trifluoromethane (CHF₃) was carried out. Analysis of the obtained emission spectra showed the presence of atomic and molecular particles. It is established that the dependences of the intensities of lines and bands on the external conditions of the discharge are determined by the excitation of radiating states by direct electron impact.

Keywords: plasma, freons, diagnostics, active particles, etching, spectral control, radiation intensity, particle concentration.

Плазма – частично или полностью ионизированный газ, одно из четырёх классических агрегатных состояний вещества, характеризующееся состоянием квазинейтральности (равенством концентраций положительных и отрицательных зарядов). В общем случае плазма состоит из электронов, ионов и нейтральных частиц (атомов и/или молекул (радикалов), находящихся как в основном, так и в возбужденных состояниях), в то же время ее нельзя рассматривать как «механическую» смесь компонентов, так как все частицы плазмы находятся в постоянном и непрерывном взаимодействии друг с другом, а сама плазма обладает рядом особенных свойств, которые не проявляются отдельными ее составляющим.

Газ в состоянии плазмы находится в следующих видах разряда: 1) положительный столб тлеющего и дугового разряда, 2) дуговой разряд низкого давления с накаливаемыми электродами, 3) отдельные области высокочастотного и сверхвысокочастотного разрядов. При этом подавляющее число этих разрядов используется в современной технологии микроэлектроники. Например: 1) при плазменном осаждении покрытий (плазменное напыление и осаждение из газовой фазы). Используя в качестве плазмообразующего газа SiCl_4 и SiH_4 возможно осаждение поликристаллического кремния, а введение в газ кислорода, оксида азота, аммиака – SiO_2 , Si_3N_4 и SiC , полученные материалы обладают уникальными свойствами; 2) при плазменной модификации поверхности (материалам придаются свойства гидрофильности, гидрофобности, повышенные адгезионные характеристики, новый химический состав поверхности); и 3) при плазменном травлении и очистке поверхности (контролируемое удаление материала с поверхности) [1].

Для реализации подобных эффектов необходим широкий набор варьируемых (задаваемых оператором) параметров, которые называются внешними параметрами плазмы, к ним относятся тип/вид плазмообразующего газа, его давление и расход газа, ток разряда, в случае ВЧ и СВЧ разрядов – удельная мощность, вкладываемая в разряд и геометрия плазмохимического реактора, его конструкционные материалы, находящиеся в непосредственном контакте с зоной разряда и послесвечения. Количественное описание плазменных процессов требует знания концентраций всех типов частиц, а также их энергетических, пространственных и временных распределений.

Одним из способов получения подобной информации являются методы зондовых измерений. К сожалению, у данных методов имеется существенный недостаток: зонды непосредственно контактируют с плазмой, что приводит к искажению выходных регистрируемых характеристик, а также происходит их разрушение при контакте с химически активными газами (Cl_2 и BCl_3) за счет протекания гетерогенных реакций на их поверхности. Альтернативой методам зондовой диагностики является метод эмиссионной спектроскопии. Данный метод является невозмущающим, так как прямого контакта с плазмой не происходит, прост в реализации и основан на регистрации излучения плазмы в ультрафиолетовой (УФ, < 200 нм), видимой (300÷700 нм) и ближней инфракрасной областях спектра (ИК, > 700 нм). Основной сложностью применения данного метода является точная идентификация (расшифровка) спектра излучения исследуемого плазмообразующего газа и установление механизмов образования и гибели (рекомбинации) излучающих состояний частиц. Основной сложностью при интерпретации результатов спектральных измерений является неоднозначная (неопределённая) взаимосвязь измеряемых интенсивностей излучения (свечения) и концентраций соответствующих частиц в основном состоянии.

Целью данной работы являлось: 1) исследование спектров излучения ВЧ плазмы тетрафторметана (CF_4) и трифторметана (CHF_3), 2) точная идентификация излучательных состояний, 3) установление взаимосвязей между интенсивностями излучения и концентрациями соответствующих частиц.

Эксперименты по исследованию спектров излучения плазмы CF_4 и CHF_3 проводились на ICP установке планарного типа Платран100ХТ (рис. 1).

Данная установка предназначена для высокоскоростного плазмохимического и реактивно-ионного травления материалов, продукты реакций которых с плазмообразующими газами на основе хлора, брома и фтора образуют летучие соединения. Установка Платран100ХТ имеет модульно-блоковую конструкцию и состоит из: 1) плазменного источника с индуктивным возбуждением плазмы и магнитной системой для повышения плотности и однородности плазмы (безэлектродный разряд с ВЧ индуктивным возбуждением плазмы, рабочая частота – 13.56 МГц, подводимая мощность 0 – 1250 Вт); 2) нагреваемого держателя пластин с механическим прижимом и возможностью подачи газообразного гелия под пластину для выравнивания радиального распределения температуры по пластине и улучшения теплового контакта последней с держателем (встроенный управляемый нагреватель, с развязанным контуром охлаждения); 3) вакуумной системы (турбомолекулярный, форвакуумный насосы, масляная ловушка, клапаны для форвакуумной откачки и контроля за рабочим давлением); 4) системы газонапуска (4 независимых канала газонапуска); 5) ВЧ генератора с устройством согласования для подачи смещения на держатель пластины; 6) системы управления (автоматизированное управление основным технологическим процессом и вспомогательными операциями); 7) поршневого воздушного компрессора, (FUBAG), (сжатый воздух 4 – 6 атм, для работы пневмосистемы установки).



Рис. 1. Общий вид и конструкция установки Платран100ХТ.

В качестве исследуемых газов использовались тетрафторметан (фреон R-14, CF₄) и трифторметан (фреон R-23, CHF₃). Фреоны R-14 и R-23 брали из баллонов с маркой "чистый" (МРТУ 51-77-66), содержание основного газа не менее 99.985%. В качестве внешних (задаваемых) параметров плазмы выступали вкладываемая мощность (200-1250 Вт), потенциал смещения (0 ÷ -107 В для R-23, 0 ÷ -160 В для R-14) и давление газа (1-10 мТор).

Исследования спектров излучения плазмы и измерения интенсивностей отдельных линий и полос проводились с помощью спектрометра AvaSpec-2048-2 с фотоэлектрической системой регистрации сигнала (обратно освещенная ПЗС матрица, 2048 элементов) и накоплением данных на ЭВМ. Рабочий диапазон длин волн составлял 200-1000 нм. Отбор излучения осуществлялся с торцевой части разрядной трубки через кварцевое окно (пропускная способность до 200 нм) с помощью оптоволоконного коннектора (световода).

При расшифровке спектров излучения использовались справочники [2, 3] и открытая база данных NIST [4].

На рис. 2 приведены спектры излучения ВЧ плазмы тетрафторметана.

При анализе излучательных состояний плазмы тетрафторметана были обнаружены, атомарные и молекулярные частицы рабочего газа. Были зафиксированы линии атомарного фтора в диапазоне от 620 до 880 нм (самыми интенсивными линиями выступают 685.65 нм, 690.55 нм, 703.84 нм, 713.02 нм, 720.30 нм, 731.30 нм, 733.18 нм, 740.13 нм). Также были обнаружены две группы линий атомарного углерода в областях 240-300 и 900-950 нм (интенсивными являются 247.65 нм, 296.70 нм). Излучение молекулярных компонентов представлено полосами CF в интервале от 197 нм до 240 нм (наиболее выделяющиеся 202.9 нм и 209 нм), CF₂ в интервале от 252 нм до 330 нм (интенсивными являются 262 нм, 305.11 нм, 321.60 нм). Излучение молекул углерода представлено интенсивными системами полос Свана (468.4 нм, 471.5 нм, 473.7 нм; 512.9 нм, 516.5 нм; 547.0 нм, 550.2 нм, 554.0 нм, 558.5 нм, 563.5 нм).

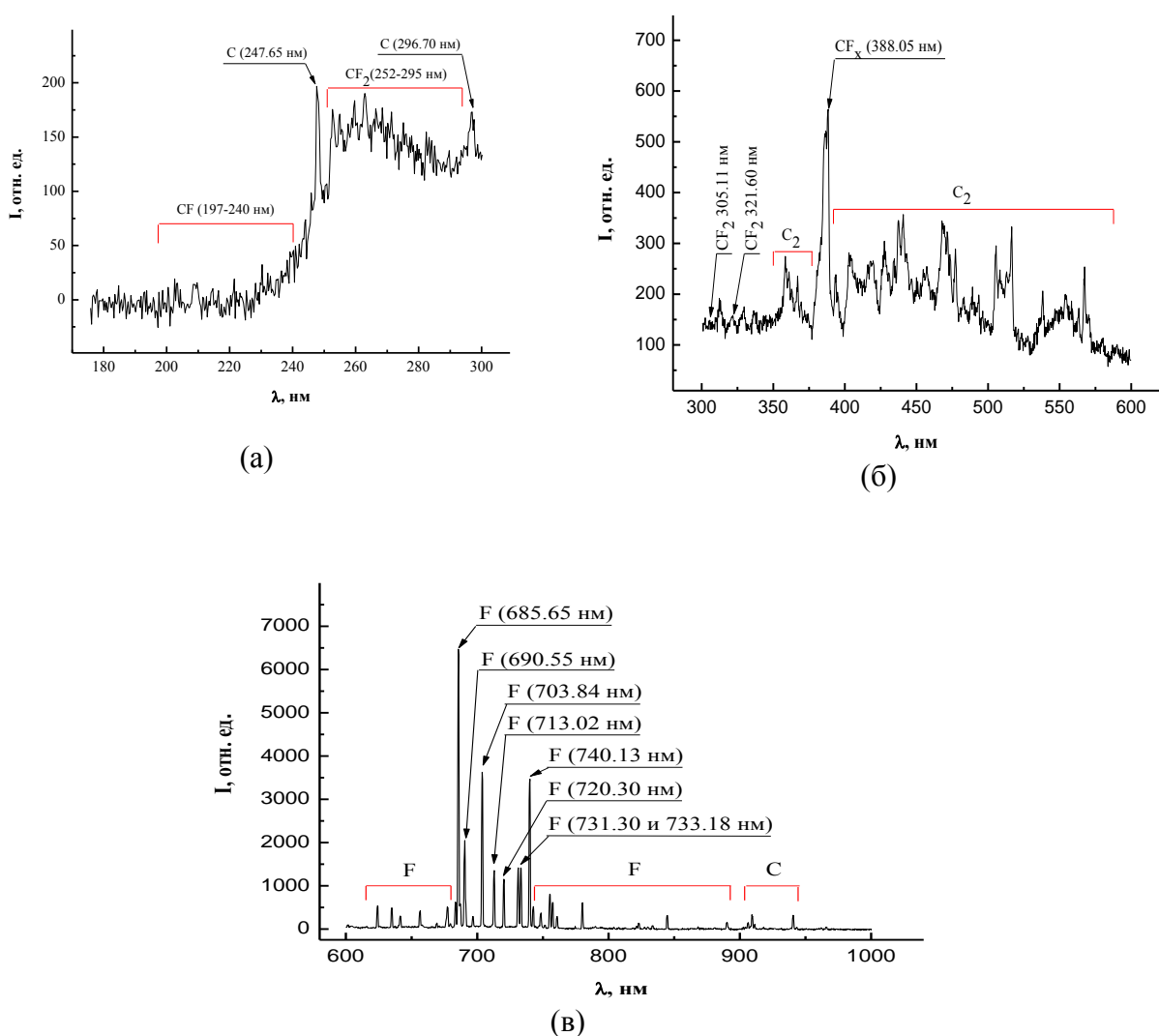


Рис. 2. Спектр излучения ВЧ плазмы тетрафторметана ($W_{RF} = 950$ Вт, $U_{dc} = -101$ В, $p = 2.8$ мТор): а) 180-300 нм, б) 300-600 нм, в) 600-1000 нм.

На рис. 3 приведены спектры излучения ВЧ плазмы трифторметана.

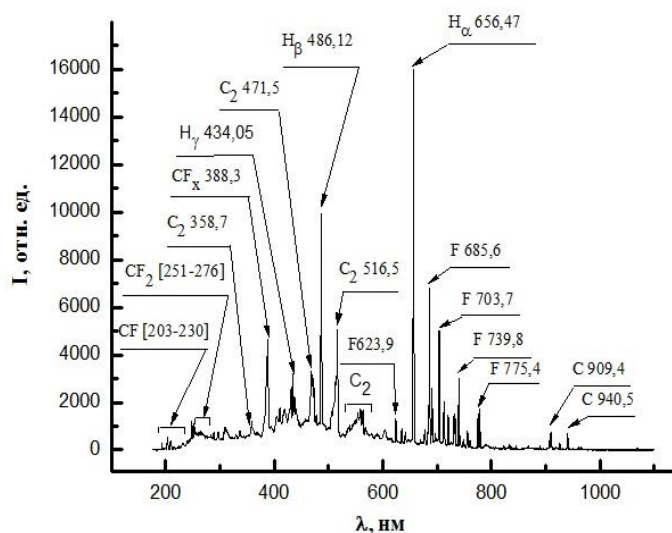


Рис. 3. Спектр излучения ВЧ плазмы фреона R-23 CHF_3 ($p = 2.8$ мТорр, $W = 950$ Вт, $U = 0$ В)

Как и в случае плазмы тетрафторметана в спектрах трифторметана присутствует группа линий атомарного фтора в области 620–780 нм (наиболее интенсивными являются линии 623.9 нм, 685.6 нм, 690.2 нм, 703.7 нм, 739.8 нм, 775.4 нм). Излучения атомарного H представлено 4-мя характерными линиями серии Бальмера: H_α (656.47 нм), H_β (486.12 нм), H_γ (434.05 нм), H_δ (410.1 нм). Также были зафиксированы две слабо интенсивные группы линий атомарного углерода, наиболее интенсивными линиями, из которых являются 247.8 нм, 296.8 нм, 477.1 нм, 505.2 нм, 909.4 нм и 940.5 нм. В спектрах излучения плазмы трифторметана также были обнаружены полосы CF в интервале от 200 нм до 230 нм, из которых можно выделить 202.9 нм, 208.3 нм, 223.8 нм, 230.8 нм, CF_2 в интервале от 251 нм до 276 нм, наиболее интенсивными являются 251.8 нм, 259.5 нм, 276.1 нм. Спектр излучения молекул водорода представлен слабо интенсивными полосами α -системы Фулхера (575–625 нм). Излучение молекул углерода представлено тремя системами полос Свана (468.4 нм, 471.5 нм, 473.7 нм; 512.9 нм, 516.5 нм; 547.0 нм, 550.2 нм, 554.0 нм, 558.5 нм, 563.5 нм). Излучение молекулы CN представлено полосой 431.4 нм. Была зафиксирована полоса молекулярного фтора с длиной волны 538.8 нм.

Кроме этого, в излучении плазмы тетрафторметана и трифторметана была обнаружена полоса с длиной волны 388.3 нм. Был проведен сравнительный анализ спектров излучения фреонов R-14, R-12 и R-23, в результате которого было установлено, что вид, отенение и интенсивность полосы 388.3 нм при наложении спектров тетрафторметана, трифторметана и дифтордихлорметана друг на друга практически идентичны. Исходя из состава плазмообразующих газов (CF_4 , CHF_3 и CF_2Cl_2), можно предположить, что данная полоса относится к молекулярному углероду, либо к фторидам углерода (CF_n , где $n = 1, 2, 3$). Известно, что молекулярный углерод не имеет полосы в данной области спектра. Таким образом, можно предположить, что полоса с длиной излучения 388.3 нм принадлежит CF_n , (где, $n = 1, 2, 3$).

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

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Тема № FZZW-2020-0007).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00804 А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефремов, А. М., Светцов В. И., Рыбкин В. В. Вакуумно-плазменные процессы и технологии. Иваново : Иван. Гос. Хим.-Технол. Ун-т., 2006. 260 с.
2. Пирс Р., Гейдон А. Отождествление молекулярных спектров. М.: Изд. иностр. лит, 1949. 540 с.
3. Свентицкий А. Р., Стриганов Н. С. Таблицы спектральных линий нейтральных и ионизованных атомов. М.: Атомиздат, 1966. 900 с.
4. https://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html

УДК 66.011

С. В. Натареев^{1,2}, В. В. Калинин¹, Д. Г. Снегирев²

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет,

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КИНЕТИКА СУШКИ ПЛАСТИКА НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА АКРИЛОНИТРИЛА С БУТАДИЕНОМ И СТИРОЛОМ

Аннотация: проведены результаты исследования кинетики сушки АБС-пластика. Найдены зависимости изменения влагосодержания и температуры материала от температуры сушильного агента. Рассчитаны коэффициенты влагопроводности сополимера.

Ключевые слова: сушка, АБС-пластик, кинетика, кривые сушки, температурные кривые, коэффициент влагопроводности.

S. V. Natareev, V. V. Kalinin, D. G. Snegirev

KINETICS OF DRYING PLASTIC BASED ON THE ACRYLONITRILE COPOLYMER WITH BUTADIENE AND STYRENE

Abstract: results of ABS-plastic drying kinetics study was developed. Dependence of changes in the moisture content and temperature of the material on the temperature of the drying agent was found. Coefficients of moisture pro-water content of a copolymer are calculated.

Keywords drying, ABS plastic, kinetics, drying curves, temperature curves, moisture conductivity.

Конвективные сушилки относятся к одному из энергоемких оборудований химической промышленности. Процесс сушки влажного материала в данных аппаратах протекает при высоких температурах. Наиболее распространенной причиной пожаров и взрывов при эксплуатации сушилок является самовозгорание образовавшейся в процессе сушки взрывоопасной смеси из сушильного агента и продуктов испарения жидкости из высушиваемого материала [1, 2]. Совершенствование режимов сушки, например, путем повышения температуры в сушильной камере, увеличения поверхности контакта между фазами и т.п., приводит к интенсификации процесса испарения жидкости с поверхности материала и увеличению концентрации парогазовой смеси, что повышает вероятность ее воспламенения. Поэтому при проектировании сушильных установок необходимо учитывать взаимосвязь режимных параметров работы сушилки и ее пожарную опасность [4, 5].

Работа посвящена исследованию процесса сушки пластика на основе сополимера акрилонитрила с бутадиеном и стиролом (АБС-пластика). Производство АБС-пластиков связано со значительными расходами горячей и холодной воды, хладоагентов, насыщенного

и перегретого водяного пара, используемых соответственно для охлаждения и нагрева реагентов, сушки полученных сополимеров и в других технологических процессах. При этом около 75 % от общего количества потребляемой в производстве тепловой энергии расходуется в виде насыщенного водяного пара на сушку сополимеров, которая проводится в ленточных сушилках.

Количественной основой расчета процесса сушки являются кинетические закономерности удаления влаги из материала. Для этого необходимо иметь надежные сведения о механизме удаления влаги из материала и скорости протекания процессов тепло- и массопереноса. Исследования кинетики процесса сушки АБС–пластика проводили на лабораторной установке, показанной на рис. 1.

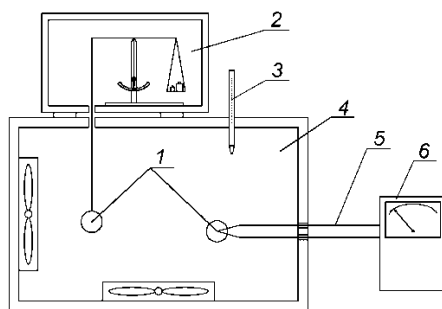


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

- 1 – образец; 2 – аналитические весы; 3 – термометр; 4 – сушильный шкаф; 5 – термопара;
6 – потенциометр КСП

Внутри сушильного шкафа размером 0,4×0,3×0,35 м помещалось два одинаковых образца сополимера сферической формы. В шкафу поддерживалась постоянная температура воздуха, циркуляция которого осуществлялась с помощью двух вентиляторов. Один образец был подвешен к весам, с помощью которых измеряли изменение массы образца. Внутри второго образца помещали термопары для измерения его температуры. Температуру воздуха в сушильном шкафу поддерживалась автоматически и контролировалась с помощью термометра. Режим перемешивания сушильного агента в сушильном шкафу был установлен предварительными опытами. Он обеспечивал практическую независимость скорости удаления влаги из материала от числа оборотов вентилятора в сушильном шкафу. Диаметр образцов сополимера во всех опытах составлял 0,017 м. Образцы сушили при температурах 80, 90, 100, 110 и 120 °С. Для опытов использовали сополимер марки АБС-2020.

В результате экспериментальных исследований получены кинетические кривые сушки АБС–сополимеров и зависимости изменения температуры материалов от времени процесса (рис. 2 и 3). Из полученных экспериментальных данных видно, что в процессе сушки сополимера можно выделить ряд характерных периодов. Сначала наблюдается период прогрев материала до температуры мокрого термометра $t_{м.т.}$. Затем наступает период постоянной скорости сушки (I период). В этот период влажность материала интенсивно уменьшается по прямолинейному закону, а температура материала остается постоянной, равной температуре испарения жидкости со свободной поверхности ($t_{п.м}=t_{м.т.}$). После достижения первой критической влажности наблюдается период падающей скорости сушки (II период). В этот период начинается испарение связанной влаги. При этом влажность материала изменяется в процессе сушки по некоторой кривой, а его температура поднимается до температуры окружающей среды.

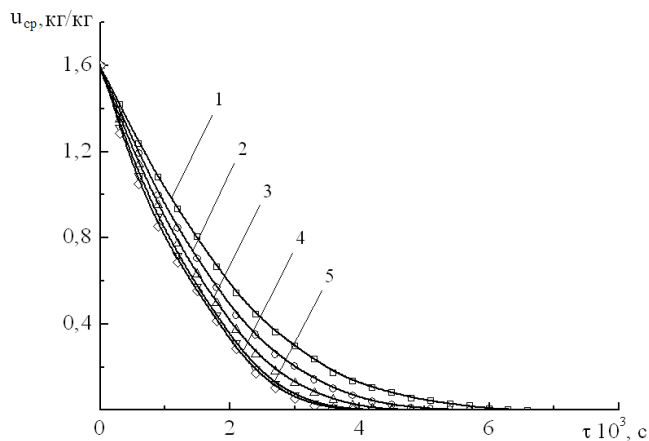


Рис. 2. Кривые сушки сополимера АБС–2020 при различных температурах сушильного агента:
 $t_{г}, ^\circ\text{C}$: 1 – 80; 2 – 90; 3 – 100; 4 – 110; 5 – 120

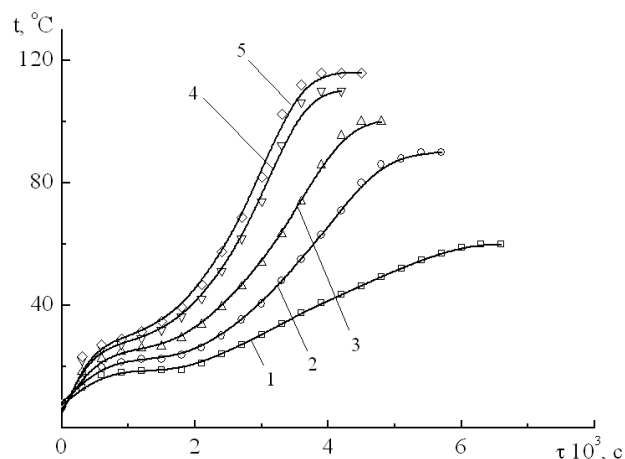


Рис. 3. Зависимости температуры сополимера АБС–2020 от времени процесса:
 $t_{г}, ^\circ\text{C}$: 1 – 80; 2 – 90; 3 – 100; 4 – 110; 5 – 120

Установлено, что продолжительность периода постоянной скорости сушки для АБС–сополимеров составляет в среднем 20 мин. При этом общее время сушки пластика значительно зависит от температуры окружающей среды. При изменении температуры сушильного агента от 80 °С до 120 °С общее время сушки сокращается с 90 до 60 мин.

На основе экспериментальных данных кинетики сушки с помощью зонального метода [3] были рассчитаны эффективные коэффициенты влагопроводности $k_{ср}$. В основе данного метода лежат следующие допущения: 1) в пределах некоторого интервала изменения концентрации влаги в твердой фазе (концентрационной зоны) все физические параметры процесса принимают постоянными величинами; 2) концентрационные зоны по величине выбирают такими, что для них справедливы формулы регулярного режима; 3) поскольку целевое назначение метода – расчет кинетики процесса, изменение параметров процесса, зависящих от концентрации, учитывается по этой концентрации. Сущность зонального метода заключается в том, что экспериментальная кинетическая кривая разбивается на m концентрационных зон. Для каждой зоны из кривой кинетики сушки определяется значение времени τ_i в интервале изменения влагосодержания от $u_{o,i}$ до $u_{k,i}$ и рассчитывается $k_{ср, i}$ по уравнению:

$$k_{ср,i} = \frac{1}{\tau_i \sum_{j=1}^s \frac{\mu_{j,i}^2}{r_0^2}} \ln \frac{\prod_{j=1}^s B_{j,i}}{E_i}, \quad (1)$$

где $\mu_{j,i}$ – первый корень характеристического уравнения в i -ой зоне для j -ой координаты; $E_i = (u_{k,i} - u_p) / (u_{o,i} - u_p)$.

Для шарообразной частицы в случае, когда скорость удаления влаги из материала определяется внутридиффузионным сопротивлением, уравнение (1) примет вид:

$$k_i = \frac{r_0^2}{\pi^2 \tau_i} \ln \frac{B}{E}, \quad (2)$$

где $B = 0,6079$ при $i = 1$; $B = 1$ при $i > 1$.

Результаты расчета эффективных коэффициентов влагопроводности $k_{эф}$ в зависимости от влагосодержания АБС–пластика при различных температурах сушильного агента приведены на рис. 4. Из данных рисунков видно, что в процессе сушки $k_{эф}$ не является величиной постоянной, а изменяется в зависимости от влагосодержания материала и температуры сушильного агента. В начальный период сушки значения $k_{эф}$ уменьшаются, а затем практически не изменяются и находятся в пределах $0,5 \times 10^{-8} - 1,5 \times 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$. Это свидетельствует о капиллярном переносе влаги внутри материала. При дальнейшем уменьшении влагосодержания материала коэффициент $k_{эф}$ начинает возрастать, что характерно для пародиффузионного механизма удаления влаги из материала.

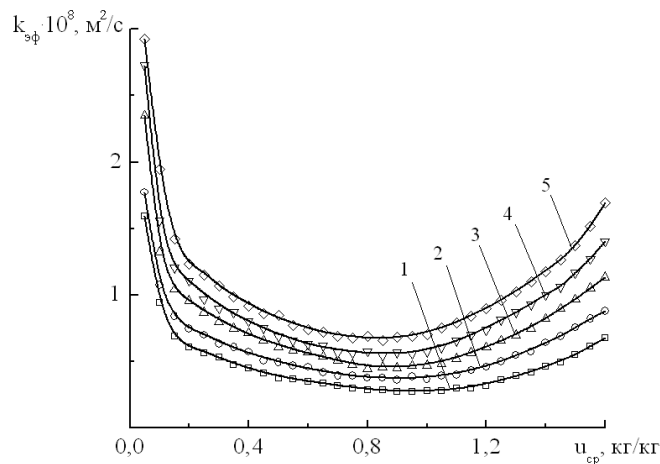


Рис. 4. Зависимость эффективного коэффициента влагопроводности от влагосодержания сополимера АБС–2020:
 $t_g, \text{ }^\circ\text{C}$: 1 – 80; 2 – 90; 3 – 100; 4 – 110; 5 – 120

В результате обработки данных $k_{эф}=f(u_{ср})$ методом наименьших квадратов для условий $u_{ср} = 0,3-1,6 \text{ кг/кг}$ и $t_g = 50-120 \text{ }^\circ\text{C}$ была получена следующие зависимости для расчета коэффициента влагопереноса в сополимере АБС–2020:

$$k_{эф} = \left[(0,014t_g - 0,5688) - (0,0167t_g - 0,4728)u_{ср}^2 + (0,0134t_g - 0,4903)u_{ср}^3 + \frac{4,95 \cdot 10^{-5}t_g - 0,0013}{u_{ср}^2} \right] 10^{-8} \quad (3)$$

Применяя полученную зависимость (3), можно рассчитать скорость испарения влаги из материала и с помощью уравнения материального баланса определить концентрацию взрывоопасных веществ в сушильной камере. Постоянный контроль режимных параметров позволит избежать аварийных ситуаций при эксплуатации сушилки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев М. В., Волков О. М., Шатров Н. Ф. Пожарная профилактика технологических процессов производств. М.:1986. 370 с.
2. Горячев С. А., Швырков С. А., Петров А. П. и др. Пожарная безопасность технологических процессов: Учебник для бакалавров / Под общ. ред. С. А. Горячева. М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. 308 с.
3. Рудобаица С. П., Карташов Э. М. Диффузия в химико-технологических процессах. М.: КолосС, 2010. 478 с.

4. Смирнов Г. Г., Толчинский А. Р., Кондратьев Т. Ф. Конструирование безопасных аппаратов для химических и нефтехимических производств. Л.: Машиностроение, 1988. 303 с.

5. Сучков В. П. Методы оценки пожарной опасности технологических процессов: Практикум: Учеб. –метод. пособие. М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. 60 с.

УДК 536.2.083

А. С. Некрасов, Д. А. Крылов

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

СПОСОБ ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: В статье рассмотрены основные проблемы известных способов измерения теплопроводности строительных материалов. Предложены способ и конструкция установки для измерения теплопроводности строительных материалов нестационарным методом. Представлены экспериментальные данные, свидетельствующие о работоспособности способа.

Ключевые слова: коэффициент теплопроводности, строительный материал, температура, термопара, теплоизоляция, тепловой поток.

A. S. Nekrasov, D. A. Krylov

BUILDING MATERIALS THERMAL CONDUCTIVITY ASSESSMENT METHOD

Abstract: We showed main problems of known methods of building materials thermal conductivity measuring. We proposed method and design of the installation for building materials thermal conductivity measuring by the unsteady mode method. There are experimental data in the article, which shows that method does work.

Keywords: thermal conductivity coefficient, building material, temperature, thermocouple, thermal insulation, heat flux.

Определение теплопроводности строительных материалов является одной из главных задач при выполнении теплотехнических расчетов ограждающих и противопожарных конструкций в области строительства жилых, технических и других зданий и сооружений. В научно-технических источниках широко и подробно представлены способы определения теплофизических свойств материалов [1, 4, 7, 8].

Известны различные способы оценки теплопроводности материалов, основанные на измерении теплового потока и разности температур. При измерении коэффициента теплопроводности используют, в основном, различные варианты реализации закона Фурье, например, метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме [2].

Недостатком данного способа является необходимость достижения стационарного теплового режима в образце, что сужает область применения способа.

Известен способ измерения коэффициента теплопроводности [6], позволяющий определять теплопроводность образца, опираясь на измерения скорости изменения температур на двух поверхностях образца, температуры поверхностей образца, геометрические размеры и теплоемкость образца.

Недостатком известного способа является необходимость предварительных измерений теплоемкости образца и фиксирование изменения температуры во времени.

Одним из наиболее интересных является способ измерения теплопроводности и теплового сопротивления строительной конструкции [5] согласно которому на сторонах строительной конструкции толщиной h устанавливают теплоизолированные нагревательные элементы, с помощью которых при использовании нагревательных узлов и систем термостабилизации стороны конструкции термостатируют при температурах T_1 и T_2 , а теплопроводность конструкции определяют на основании показаний датчиков теплового потока q_1 и q_2 по расчетной формуле.

Недостатком этого способа является необходимость использования громоздкого оборудования для термостатирования поверхностей, использование дополнительных средств измерения в виде датчиков теплового потока, длительное время, необходимое для измерений, связанное с большой массой и толщиной ограждающих конструкций.

Техническая проблема заключается в необходимости создания способа измерения теплопроводности, который был бы лишен недостатков аналогов, известных на настоящий момент из уровня техники, а именно обеспечивающего высокую скорость измерений и простоту проведения эксперимента.

На основании вышеизложенного нами предложен способ измерения теплопроводности (λ) строительных материалов. Его достоинством является то, что теплопроводность исследуемого материала определяют до наступления стационарного теплового режима в образце. Технический результат, который достигается при использовании этого способа, состоит в упрощении процедуры проведения эксперимента, сокращении времени подготовки к нему и ускорении получения результатов измерений.

В основе способа измерения теплопроводности лежит метод, основанный на определении зависимости скорости изменения температуры в различных точках исследуемого тела от теплового потока. Этот метод является одним из нестационарных методов исследования. Он позволяет исследовать теплофизические характеристики объекта в процессе нагревания и остывания. При этом интерес представляет не стационарный тепловой поток и температурное поле, а температурное поле в момент достижения волной теплового возмущения необогреваемой поверхности аналогично регулярному режиму [3].

Для определения коэффициента теплопроводности из исследуемого материала изготавливают цилиндрический образец длиной не менее пяти диаметров. По оси образца устанавливают линейный электрический нагревательный элемент из нихрома. По центру длины на расстояниях r_1 и r_2 от оси цилиндра монтируют термопары для измерения температуры материала в точках установки. Измеряют фактическое расстояние r_1 и r_2 от оси до точек установки термопар. Торцы цилиндра тщательно теплоизолируют для минимизации тепловых потерь в осевом направлении. Нагреватель подключают к источнику электрического тока с возможностью определения мощности электрического тока. Термопары подключают к милливольтметру. В момент начала эксперимента на источнике электрического тока устанавливают постоянную мощность и начинают контролировать значения температур t_1 и t_2 . В момент времени, когда температура t_2 начинает изменяться, фиксируют значения температур t_1 и t_2 . Далее осуществляют определение теплопроводности λ материала образца по формуле (1).

$$\lambda = \frac{Q \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{4\pi l(t_1 - t_2)}, \quad (1)$$

где: λ – теплопроводность исследуемого материала, Вт/(м²·К); Q – мощность, рассеиваемая нагревателем, Вт; r_1, r_2 – расстояния от оси образца до точек установки термопар, м; l – высота образца, м; t_1, t_2 – температуры образца на расстояниях r_1 и r_2 от оси, К.

Для проверки заявленного способа была собрана установка, Представленная на рисунке. Она включает в себя, три однотипных образца 1 из различных материалов (бетон,

гипс, газобетон), каждый из которых имеет форму цилиндра с теплоизолированными торцами 4, установленный внутри образца электрический нагреватель 2 и две термопары 3, источник электрического тока с возможностью определения его мощности 5, подключенный к нагревателю, и милливольтметр 6, подключенный к термопарам.

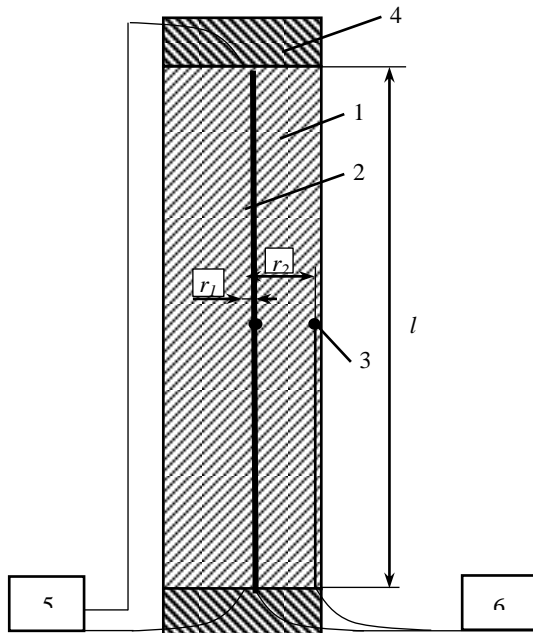


Рис. 1. Схема установки для определения теплопроводности строительных материалов:

- 1 – исследуемый образец;
- 2 – электрический нагреватель;
- 3 – термопара; 4 – теплоизоляция;
- 5 – источник электрического тока;
- 6 – милливольтметр

На установке проведена серия экспериментов с каждым из образцов, включающая не менее трех опытов не менее чем при трех значениях различных мощностей электрического нагревателя. В начале эксперимента на лабораторном источнике напряжения выставлялась заданная мощность, и отслеживались температуры термопар. В момент времени, когда показания термопары, установленной у поверхности образца, начинали изменяться, фиксировали показания термопар и мощность нагревателя. Эксперимент с данным образцом на данной мощности повторялся еще не менее двух раз, результаты осредняли. Процедуру повторяли при двух других мощностях электрического нагревателя. Аналогичные эксперименты выполнены с другими образцами. Также определяли время от начала эксперимента до фиксации показаний термопар.

Экспериментальные данные, приведенные в таблице, указывают на то, что теплопроводность λ , определенная с помощью предложенного способа по формуле (1), соответствует значениям теплопроводности, полученным в соответствии со стандартной методикой [2] с погрешностью не более 7,2 %.

Таблица. Экспериментальные данные

№	Материал	Экспериментальное значение теплопроводности λ , Вт/(м ² ·К)	Значение теплопроводности λ по [2], Вт/(м ² ·К)	Отклонение, %
1	Гипс	0,350	0,370	4,8
2	Газобетон	0,118	0,110	7,2
3	Бетон песчаный	1,294	1,230	5,2

Таким образом, предложенный способ измерения теплопроводности строительных материалов позволяет упростить процедуру проведения эксперимента, сократить время подготовки к нему и ускорить получение результатов измерений. Этот способ проверен на практике и показывает удовлетворительные результаты по точности измерений. Предложенный способ целесообразно развивать в связи с тем, что он экономически эффективнее существующих и позволяет избежать ряда недостатков, которые присущи известным способам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kumada T., Kobayasi K.* Device and method of measuring thermophysical properties by stepwise heating // Nucl. Sci. Techn. -1975.- Vol. 12. - p. 154-160.
2. ГОСТ 7076-99 Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. Введ. 01.04.2000. – М., 2000.
3. *Кондратьев Г.М.* Регулярный тепловой режим. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 408 с.
4. *Крафтмахер, Я.А.* Модуляционный метод измерения теплоемкости // Прикладная механика и техническая физика. №5. - 1962. - с. 176-180.
5. Патент RU 2 527 128 С2 Способ измерения теплопроводности и теплового сопротивления строительной конструкции, опубл. 27.08.2014.
6. Патент SU 1 165 958 А1 Способ измерения коэффициента теплопроводности, опубл. 07.07.1985.
7. *Походун А.И., Шарков А.В.* Экспериментальные методы исследований. Измерения теплофизических величин. - СПб: ИТМО. - 2006. - 86 с.
8. *Фокин В.М., Чернышев В.Н.* Неразрушающий контроль теплофизических характеристик строительных материалов. М.: Машиностроение-1. - 2004. - 212 с.

УДК 537.528+533.9.07

И. И. Ощенко, С. А. Смирнов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ПЛАЗМОРАСТВОРНЫЕ СИСТЕМЫ И СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ

Аннотация: рассматриваются возможности использования плазморастворных систем различной конфигурации для получения наночастиц металлов и их оксидов для создания материалов с новыми уникальными свойствами.

Ключевые слова: электрический разряд в жидкостях, контактный разряд между электродом и жидкостью, микроволновой разряд, нанопорошки, синтез наночастиц металлов, синтез нанопорошка оксида металлов.

I. I. Oshenko, S. A. Smirnov

PLASMA SOLUTION SYSTEMS AND SYNTHESIS OF NANOPARTICLES

Abstract: the possibilities of using plasma-solution systems of various configurations to obtain metal nanoparticles and their oxides to create materials with new unique properties are considered.

Keywords: electrical discharge in liquids, contact discharge between an electrode and a liquid, microwave discharge, nanopowders, synthesis of metal nanoparticles, synthesis of nanopowder of metal oxide.

На сегодняшний день, обеспечение пожарной безопасности во многом связано с внедрением в повсеместное использование новых материалов. Будь то строительные материалы, отделочные или защитные материалы и многое другое. Всё это, несомненно, приводит нас к выводу, о необходимости поиска или создания материалов с новыми свойствами. Одним из способов создания материалов с новыми заранее заданными свойствами является применение наноразмерных частиц. При этом одним из наиболее перспективных методов получения таких частиц является их синтез в плазморастворных системах.

Наночастицы – это объекты, которые имеют изолированные, выраженные границы с окружающей средой, с размерами в интервале от 1 до 100 нм. Как было установлено на практике, при размерах частиц менее 30 нм их свойства начинают значительно отличаться от свойств макрообъектов. Помимо прочего, при достижении таких размеров многие вещества начинают проявлять достаточно большую биологическую активность. Благодаря этому открываются как новые возможности по применению наноматериалов в фармакологии и медицине, так и новые риски, связанные с токсическими эффектами данных материалов.

Уже сегодня спектр применения наноматериалов крайне широк, начиная от производства лакокрасочных материалов, заканчивая пищевой промышленностью. Наибольший список применений на данный момент получили частицы благородных металлов, таких как золото и серебро, а также частицы оксида цинка, оксида кремния и диоксида титана.

Наночастицы аморфного диоксида кремния нашли широкое применение в промышленности, для создания теплоизоляторов или термостойких лаков красок и клеев. Кроме того, нанопорошки SiO_2 используются для стабилизации эмульсий или для повышения устойчивости поверхностей к царапинам. При этом для того, чтобы поверхность оставалась прозрачной, применяют нанопорошки со средним размером частиц менее 40 нм.

Несмотря на кажущуюся новизну нанотехнологий ещё в середине XIX века Майклом Фарадеем был впервые описан процесс агрегации коллоидного золота в присутствии электролитов [1]. При этом размер частиц в коллоидных растворах как раз подходит под описание наночастиц. В наши дни наночастицы золота применяются в основном в производстве стекла и красителей, а также используется в фотопечати. Также достаточно широко применяются в медицине и биологии для проведения некоторых цветных реакций с белками.

В современной промышленности из всех применяемых наночастиц наночастицы Ag нашли самый широкий спектр применений. Связанно это главным образом с их антисептическими свойствами. Так данные нанопорошки применяются для создания, как перевязочных материалов, так и специализированных красок и эмалей. Помимо этого, достаточно распространено использование наночастиц серебра для стерилизации воды или воздушных фильтров. [2]. Также их применяют для изготовления спектрально-селективных покрытий для поглощения излучений или в качестве катализаторов химических реакций.

Частицы ZnO и TiO_2 также достаточно распространены в современной промышленности и медицине благодаря своим антибактериальным свойствам, но, кроме этого, они обладают и рядом иных особенностей. Так, например данные наночастицы поглощают излучение в ультрафиолетовом диапазоне спектра, что привело к их широкому применению в солнцезащитных кремах [3]. Благодаря своим антисептическим свойствам частицы ZnO и TiO_2 нашли применение в производстве зубных паст, косметических средствах, а также в текстильной промышленности.

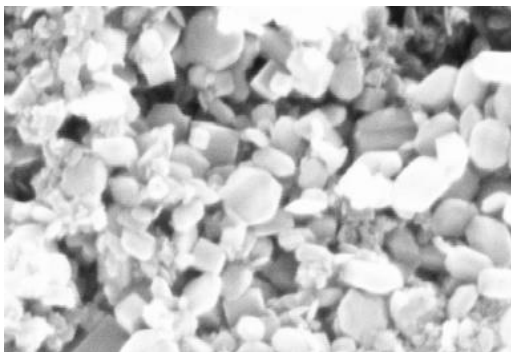


Рис. 1. Наночастицы оксида вольфрама WO_3 [4]

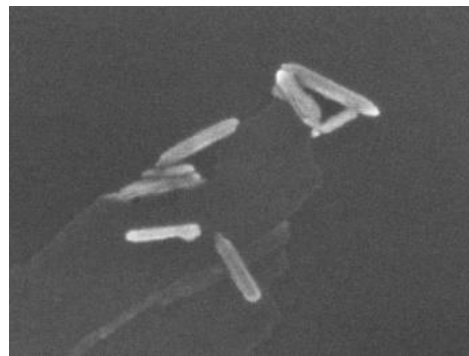


Рис. 2. Наночастицы оксида цинка ZnO [4]

Получение наночастиц возможно большим числом разнообразных способов, начиная от метода «липкой ленты» благодаря которому впервые был получен графен, заканчивая плазмохимическим синтезом в плазмотроне. Таким образом ультрадисперсные материалы можно получать самыми разнообразными методами, которые могут быть физическими, химическими, биологическими, а также их комбинацией. Одним из перспективных, но вместе с тем и малоизученных направлений синтеза являются метод, основанный на действии газового разряда на растворы, что позволяет получать низкодисперсные частицы с контролируемой формой и размером.

Используя данный метод легче всего получить наночастицы благородных металлов, таких как золото, серебро или платина. Часто в работах по данной теме рассматривается синтез наночастиц Al, Ti, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ge, Zr, Sn или синтез композитных материалов Au-Ag, Pt-Au, Ag-Pt, Co-Pt, Fe-Pt, Sm-Co, Ni-Cr, Sn-Ag, Sn-Pb, Co-B, Mo-S. Также стоит заметить, что синтез в растворяющей системе нерастворимых соединений является также способом очистки воды от катионов тяжелых металлов. Кроме того, установлено, что инициирование плазменного разряда в жидкости способствует ее обеззараживанию.

Говоря о плазморастворных системах нельзя не упомянуть, что взаимодействие газового разряда с растворами электролитов можно условно разделить на четыре основные группы:

1. Газовый разряд над поверхностью электролита.
2. Газовый разряд между двумя погруженными электродами.
3. Контактный разряд между электродом и поверхностью окружающего электролита.
4. Генерация газового разряда источниками радиочастот и сверх высоких частот.

На рисунке 3. показаны конфигурации электродов для первого метода. На рисунке 3-а представлен вариант, при котором оба электрода это металлические электроды, между которыми зажигается газовый разряд, контактирующий с жидкостью. Следует отметить, что, когда жидкость находится в контакте с плазмой, проводимость жидкости не влияет на генерацию разряда.

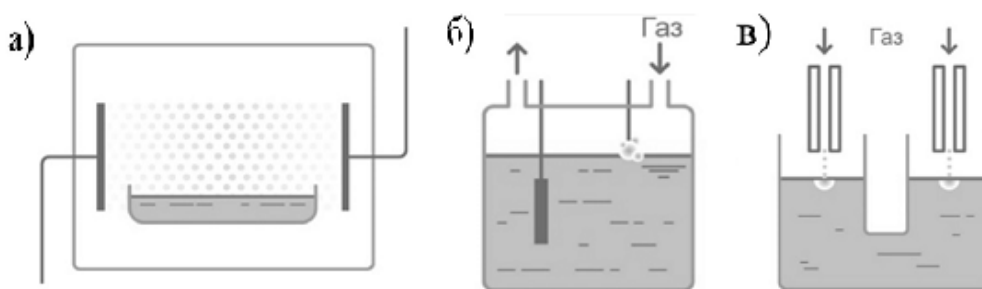


Рис. 3. Виды газового разряда с жидкостными электродами

В случае, показанном на рисунке 3-б, электрод находился в непосредственной близости от поверхности жидкости, это сделано для достижения большей концентрации электрического поля в небольшой области. Если при такой конфигурации электродов, когда катод погружен, а анод находится над поверхностью электролита подавать высокое напряжение, то тлеющий разряд возникает между анодом и поверхностью электролита. При помощи данного метода синтезировали наночастицы различных составов, например: Ag, Si, Al, Zr, Pt, CoPt, и другие. В качестве электролита обычно используют расплавы хлоридов, а в качестве плазмообразующего газа применяют аргон.

Также возможны схемы с использованием одной или двух (двойной плазменный электролиз, рис.3-в) металлических капиллярных трубок, используемых в качестве катода, располагавшихся над поверхностью жидкости. В таком случае через этот капилляр подавали Ag или He в качестве плазмообразующего газа. В этом случае разряд представлен «микроплазмой», классом электрических разрядов в которых как минимум одна из геометрических границ пространства протекания представлена субмиллиметровой величиной. [5]. Чаще всего данный вид разряда применяется для синтеза наночастиц через испарение электродов, это позволяет получать большой спектр наночастиц металлов и их оксидов. Используя данный метод, успешно получали наночастицы серебра, золота, никеля и железа.

В первой группе исходный материал для синтеза наночастиц поступал из раствора. Восстановление ионов металлов возбужденными частицами, реакции зарождения и роста происходят в области контакта с разрядом. В большинстве случаев первая группа использует периодический процесс, в котором концентрация ионов металлов уменьшается в процессе образования наноматериалов.

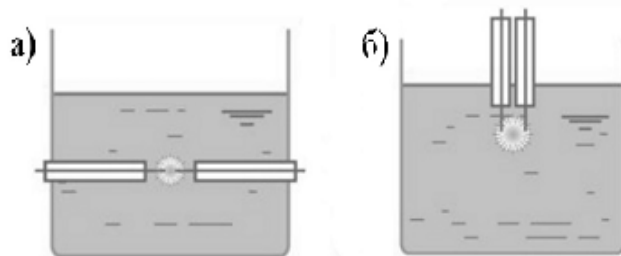


Рис. 4. Виды газового разряда между двух погруженных электродов

Вторая группа методов генерации плазмы представлена разрядом между двумя полностью погруженными в жидкую фазу электродами. Типичные схемы установок для этих разрядов приведены на рисунке 4. В отличие от первого типа здесь два электрода располагаются на небольшом расстоянии друг относительно друга. Такие системы позволяют использовать в качестве электролитов разнообразные, как проводящие, так и не проводящие жидкости. Например, жидкий азот, этанол или деионизированная вода. При этом в качестве источника частиц может выступать как электрод, так и ионы раствора.

Известно об использовании плазменно-растворных систем для синтеза различных наночастиц и осуществления химических реакций. Когда электрод используется как исходный материал для наночастиц, это называется «плазменное распыление в растворе». Типичная установка такого типа представлена на рисунке 4-а. В установке такого типа успешно получали золото и композитные материалы с его участием, такие как PtAu и PtAu/C. [6].

Углеродные нано трубки и графен синтезировали из двух графитовых электродов дуговым разрядом. Для синтезов такого рода используют установки, вид которых представлен на рисунке 4-б.

В установках данной конструкции в качестве источника питания могут быть использованы импульсные источники, источники переменного и постоянного тока [7].

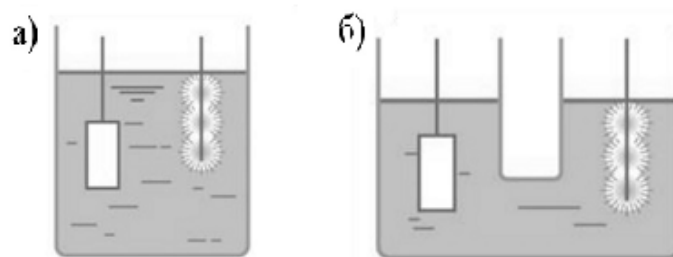


Рис. 5. Виды контактного разряда между электродом и поверхностью окружающего электролита

Третья группа методов заключается в создании контактного разряда между одним из электродов и поверхностью электролита, окружающей его. Данный процесс также называют электролизом тлеющим разрядом. Пример такого разряда можно увидеть на рисунке 5-а. Один из электродов имеет значительно меньшую площадь, чем другой, а расстояние между ними составляет от 5 до 100 мм. При зажигании разряда вокруг электрода с малой площадью образуется тонкая оболочка из водяного пара, внутри которой и горит разряд. В большинстве случаев используют источник постоянного тока, а в качестве катода используют малый электрод.

В данных условиях в качестве источника материалов выступает электролит и малый электрод. Для синтеза наночастиц металлов большое значение имеет правильный выбор жидкой фазы и конфигурация электродов. Этим способом были успешно получены наночастицы меди и олова, а при использовании конфигурации, представленной на рисунке 5-б ещё и платины, золота и Pt/Au [8].

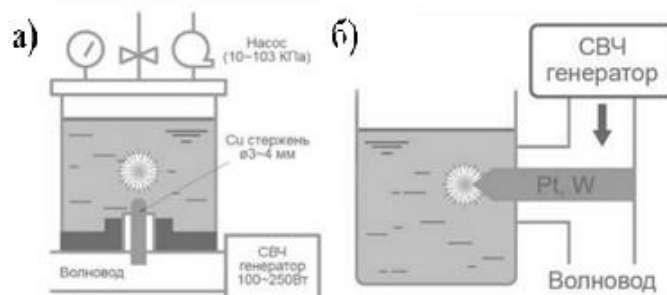


Рис. 6. Виды радиочастотной и микроволновой плазмы в контакте с жидкостью

Четвёртая группа разрядов, это разряды, создаваемые при помощи облучения радиочастотным или микроволновым излучением. Эти методы считаются эффективными при получении плазмы при меньшей вкладываемой электрической мощности. Кроме этого, данные виды разрядов могут быть проведены в жидкой фазе с широким диапазоном проводимости, а именно от 0,2 до 7000 мСм/м.

На рисунке 6 представлены примеры установок данного типа. Генерация разряда при данном способе проходит при помощи облучения электролита вблизи от электрода для того, чтобы, создать область пузырьков газа, в которой и будет проходить разряд. Таким образом, удалось синтезировать наночастицы оксида вольфрама, золота и серебра [9].

Из всего вышесказанного, очевидно, что наиболее хорошо исследованы процессы получения наночастиц благородных металлов, а именно золота, серебра, платины и палладия. Практически при любых типах разряда можно провести синтез данных наночастиц. Причина кроется главным образом в стойкости данных металлов к окислению. Благодаря этому используя соответствующие электроды или электролиты возможно получение композитных материалов.

Данных о синтезе химических соединений значительно меньше. Чаще всего получали наночастицы оксидов не благородных металлов из растворов солей и их расплавов, используя высокотемпературные дуговые разряды. В данных условиях при синтезе наночастиц металлов они окисляются до оксидов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бычковский П. М. Золотые наночастицы: синтез, свойства, биомедицинское применение / Бычковский П. М., Кладиев А. А., Соломевич С. О., Щеголев С. Ю. // Российский биотерапевтический журнал. 2011. С. 37-46.
2. Золотухина Е. В. Обеззараживание воды нанокompозитами на основе пористого оксида алюминия и соединений серебра / Золотухина Е. В., Спиридонов Б. А., Федянин В. И. // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т.23 №1. С. 78-85.
3. Threes G., Smijs S. P. Titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles in sunscreens: focus on their safety and effectiveness // Nanotechnol. Sci. Appl. 2011. Vol. 4. P. 95-112
4. Бульчев Н. А. Применение плазменного разряда для синтеза наноматериалов и создания технологии стерилизации воды / Бульчев Н. А., Гриднева Е. С., Кистерев Э. В., Золеззи А. // Вестник воронежского государственного технического университета. 2012. Т.8. №5. С. 115-122.
5. Mariotti D. Microplasmas for nanomaterials synthesis / D. Mariotti, R. M. Sankaran // J. Phys. D: Appl. Phys. 2010. V.43. №32. P. 323001.
6. Hu X. Facile fabrication of PtAu alloy clusters using solution plasma sputtering and their electrocatalytic activity / X. Hu, X. Shen, O. Takai, N. Saito // J. Alloys Compd. 2013. V.552. P. 351-355.
7. Burakov V. S. Formation of zinc oxide nanoparticles during electric discharge in water / V. S. Burakov, A. A. Nevar, M. I. Nedel'Ko, N. V. Tarasenko // Tech. Phys. Lett. 2008. V.34. №8. P. 679-681.
8. Lal A. Fabrication of metallic nanoparticles by electrochemical discharges / A. Lal, H. Bleuler, R. Wüthrich // Electrochem. Commun. 2008. V.10. №3. P. 488-491
9. Hattori Y. Synthesis of tungsten oxide, silver, and gold nanoparticles by radio frequency plasma in water / Y. Hattori, S. Nomura, S. Mukasa, H. Toyota, T. Inoue, T. Usui // J. Alloys Compd. 2013. V.578. P. 148-152.

УДК 537.622.4

Д. Ю. Палин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно спасательная академия ГПС МЧС России

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МАГНИТНОГО ЭЛАСТОМЕРНОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация: В статье представлены основные характеристики магнитных свойств магнитного эластомерного материала. Описана конструкция для многополюсного одностороннего намагничивания листовых магнитных эластомерных материалов. Проведен расчет магнитной системы методом конечно-элементного моделирования. Согласно результатам, проведенного теоретического исследования, сформулирован вывод.

Ключевые слова: магнитный эластомерный материал, магнитное поле, магнитная индукция, магнитная система.

D. Yu. Palin

THEORETICAL STUDY OF A MAGNETIC SYSTEM BASED ON A MAGNETIC ELASTOMERIC MATERIAL

Abstract: the article presents the main characteristics of the magnetic properties of a magnetic elastomeric material. A design for multipolar one-way magnetization of sheet magnetic elastomeric materials is described. The magnetic system was calculated using the finite element modeling method. According to the results of the theoretical study, conclusions are formulated.

Keywords: magnetic elastomeric material, magnetic field, magnetic induction, magnetic system.

Как известно, для герметизации узлов машин и аппаратов служат магнитожидкостные уплотнения, в которых источником магнитного поля используются постоянные магниты. Однако такие устройства имеют достаточно габаритные размеры и требуют точность в изготовлении отдельных элементов уплотнения. В настоящее время актуальным направлением в области уплотнительной техники является применение магнитного эластомерного материала, выступающего в качестве магнитной системы уплотнения. В основном, такие материалы состоят из синтетической резины с наполнителем в виде порошка оксидного магнита – феррита. Наполнитель – феррит состоит преимущественно из феррита бария, формула которого описывается как $BaO \cdot 6Fe_2O_3$ [1].

На (Рис.1) представлен образец магнитного эластомерного материала.



Рис. 1. Магнитный эластомерный материал

Зачастую на сайтах производителя приводятся физико-химические свойства таких материалов, например на сайте группы компании АМТ&С описываются следующие характеристики магнитных свойств[1]:

- Остаточная индукция, B_r – 1850 Гс (0,19 Тл).
- Коэрцитивная сила по индукции, $H_{св}$ – 1500 Э (120 кА/м).
- Коэрцитивная сила по намагниченности, $H_{см}$ – 2400 Э (190 кА/м).
- Максимальное произведение, $(BH)_{max}$ – (0,8 – 1,0) МГс.Э (6,4 – 8 кДж/м³).
- Температурный коэффициент намагниченности – минус 0,1 % / оF (0,056 %/°C).
- Температурный коэффициент коэрцитивной силы – минус 0,09 % / оF (0,05 %/°C).

Для многополюсного одностороннего намагничивания листовых магнитных эластомерных материалов с ферритовым наполнителем шириной до 400 мм толщиной до 5 мм применяются валки, представленные на (Рис. 2).



Рис. 2. Валки для непрерывного многополюсного одностороннего намагничивания листовых магнитоэластомерных материалов

Намагничивающие валки состоят из станины, в которой с применением шарикоподшипниковых узлов установлены два валка. Верхний валок может приводиться во вращение с помощью рукоятки. Нижний валок способен смещаться по высоте на расстояние до 5 мм, обеспечивая плотный прижим листового образца [2].

Экспериментальным путем подтверждается, что магнитный эластомерный материал имеет вид намагничивания в форме полос (Рис. 3). Для наглядного примера использовалась магнитная жидкость, которая сильно поляризуется в присутствии магнитного поля.



Рис. 3. Намагниченность магнитного эластомерного материала

Для обоснования экспериментального исследования и определения показателя магнитной индукции в местах концентрации магнитной жидкости было проведено теоретическое исследование, которое основывалось на расчётах конечно-элементного моделирования при помощи программного обеспечения FEMM 4.2 [3]. Основными результатами расчетов выполненные в программном обеспечении FEMM 4.2 является определение магнитной индукции в местах наибольшей концентрации магнитной жидкости.

Данные магнитных свойств таких как: остаточная индукция, $B_r - 1850 \text{ Гс}$ ($0,19 \text{ Тл}$), коэрцитивная сила по индукции, $H_{sv} - 1500 \text{ Э}$ (120 кА/м), коэрцитивная сила по намагниченности, $H_{sm} - 2400 \text{ Э}$ (190 кА/м) вводились в программный интерфейс.

На первом этапе исследования была получена картина распределения магнитного поля магнитного эластомерного материала намагниченного в форме полос (Рис. 3 а, б).

Далее получили распределение магнитной индукции в области с наибольшей концентрацией магнитной жидкости (Рис. 3 б).

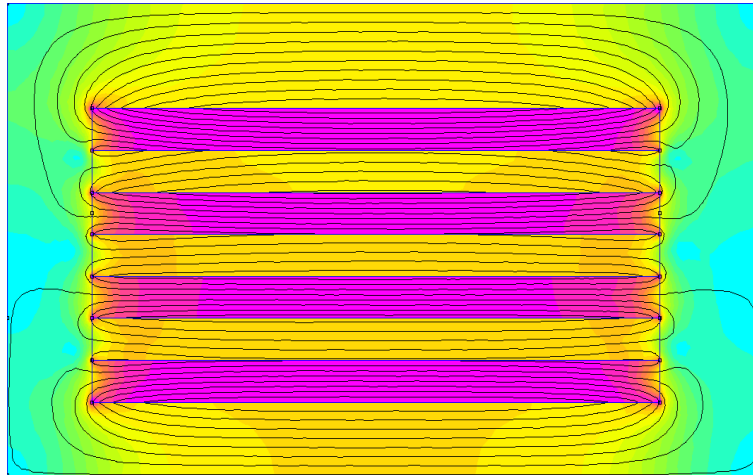


Рис. 3. а. Картина распределения магнитного поля магнитного эластомерного материала, намагниченного в форме полос

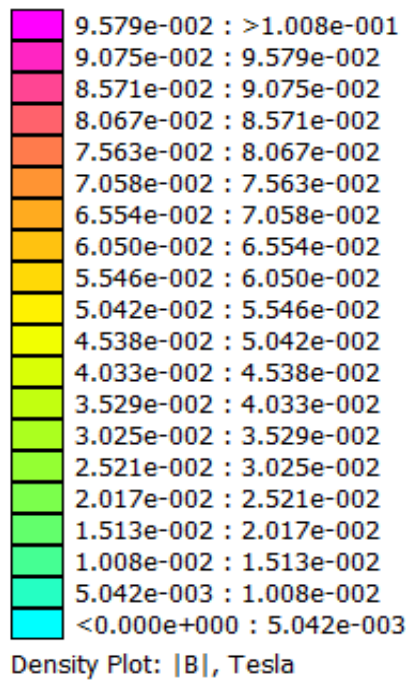


Рис. 3. б. Плотность насыщения |B|, Tesla

Согласно (Рис. 3. а) линии магнитного потока концентрируются в местах наибольшего намагничивания магнитного эластомерного материала. Пиковое значение магнитной индукции в области концентрации магнитного поля составляет порядка 0,1 Тл (Рис. 3. в), что достаточно для удержания магнитной жидкости в магнитном поле магнитного эластомерного материала.

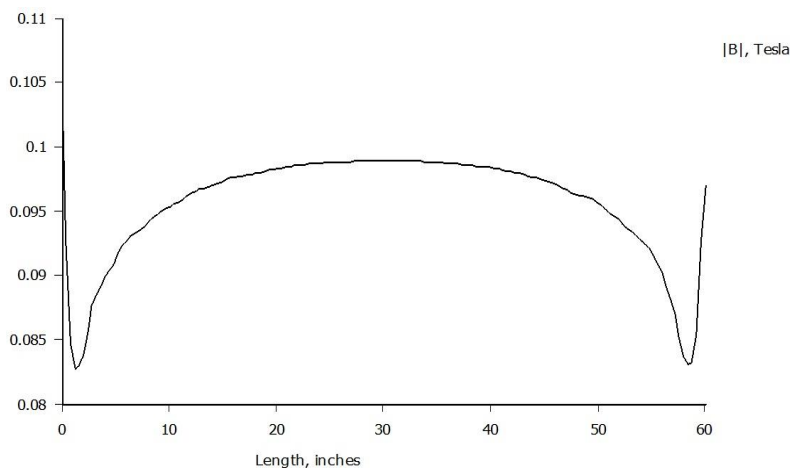


Рис. 3. в. Кривая распределения магнитной индукции в области с наибольшей концентрацией магнитного поля

Таким образом, в ходе практических и теоретических исследований выявлено, что листовый магнитный материал намагниченный в форме полос имеет достаточную магнитную индукцию для удержания магнитной жидкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Группа компаний АМТ&С [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.amtc.ru/news/world/7349/> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 11.03.2020)
2. Мухин И. А. Лаборатория независимых исследований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://imlab.narod.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 11.03.2020)
3. Топоров А.В., Киселев В.В. Расчет магнитной системы комбинированного магнитожидкостного уплотнения. Научный электронный журнал «Современные проблемы гражданской защиты». – 2019. – № 2 (31). – С. 83-89.

УДК 532.783

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

¹ ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

² ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ФЕНИЛБЕНЗОАТОВ

Аннотация: Проведены спектральные исследования растворов в хлороформе нескольких фениловых эфиров оксibenзойной кислоты, различающихся длиной концевой метиленовой цепочки, а также заменой атома водорода на другом конце молекулы на CH_3 группу. Установлено, что в растворы всех соединений в хлороформе сильно ассоциированы. Выявлено влияние химического строения молекул исследуемых веществ на степень ассоциации

Ключевые слова: фениловые эфиры оксibenзойной кислоты, растворы, спектральный анализ, ассоциация молекул в растворах.

T. V. Pashkova, A. I. Alexandrov

THE SPECTRAL INVESTIGATIONS OF SOME LOW MOLECULAR PHENYL BENZOATE

Abstract: Spectral investigations were conducted in chloroform several solutions phenyl esters of hydroxybenzoic acid, differing terminal methylene chain length, as well as replacement of the hydrogen atom at the other end of the molecule by CH₃ group. It found that in solutions of the compounds in chloroform strongly associated. The influence of the chemical structure of molecules of the test substances on the degree of association

Keywords: phenyl esters of hydroxybenzoic acid, solutions, spectral analysis, the association of the molecules

ВВЕДЕНИЕ

Формирование пленочных структур путем осаждения молекул термотропных жидких кристаллов из растворов на твердые подложки позволяет получать тонкие анизотропные пленки. Для получения совершенных структур необходимы сведения о поведении и возможной структурной организации молекул в растворах. Кроме того, важным оказывается и химический состав молекул, [2,4].

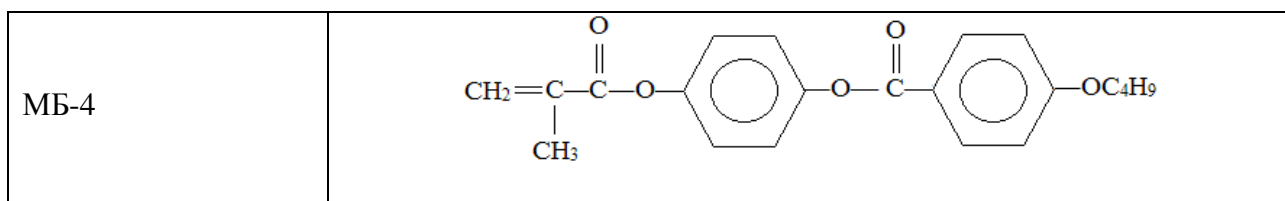
Термотропные низкомолекулярные жидкие кристаллы, молекулы которых содержат кратную связь на одном из концов, являются перспективными для создания на их основе высокомолекулярных жидкокристаллических соединений путем радикальной полимеризации. В результате существенно возрастает температура перехода в состояние изотропной жидкости и расширяется температурный интервал существования мезофазы. Поскольку подобные соединения весьма удобны для формирования на их основе тонких пленочных структур, полимеризация позволяет повысить температурную область существования стабильных пленок [1]. В связи с этим представляется интересным исследовать поведение молекул фениловых эфиров оксибензойной кислоты в растворах. Для решения поставленных задач перспективными являются методы абсорбционного спектрального анализа [2,4].

МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В работе методами спектрального анализа исследовались растворы в хлороформе нескольких фениловых эфиров оксибензойной кислоты, различающихся длиной концевой метиленовой цепочки от 4 атомов углерода до 16 (МБ-4 и МБ-16), а также заменой атома водорода на другом конце молекулы на CH₃ группу (АБ-16 и МБ-16). Структурные формулы молекул исследуемых веществ приведены в таблице 1.

Таблица 1. Структурные формулы исследуемых фениловых эфиров оксибензойной кислоты

Название вещества	Структурная формула
АБ-16	
МБ-16	



Спектры поглощения растворов исследуемых соединений получены на спектрофотометре СФ-56. Оценку степени ассоциации растворов проводили по методике, изложенной в [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследовались растворы в хлороформе фениловых эфиров оксибензойной кислоты АБ-16, МБ-16 и МБ-4 (концентрация варьировалась от 0,013 до 0,26%). Спектры поглощения растворов, полученные в диапазоне длин волн от 200 до 500 нм, представлены на рис. 1-3

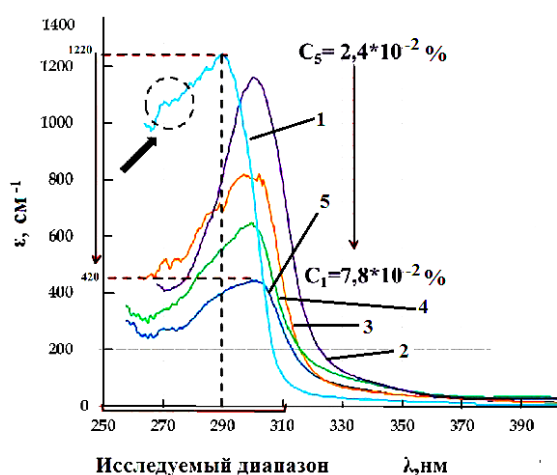


Рис. 1. Спектры поглощения растворов АБ-16 в хлороформе с концентрациями: 1- 0,024%, 2 – 0,025%, 3 – 0,05%, 4 – 0,052%, 5 – 0,078%

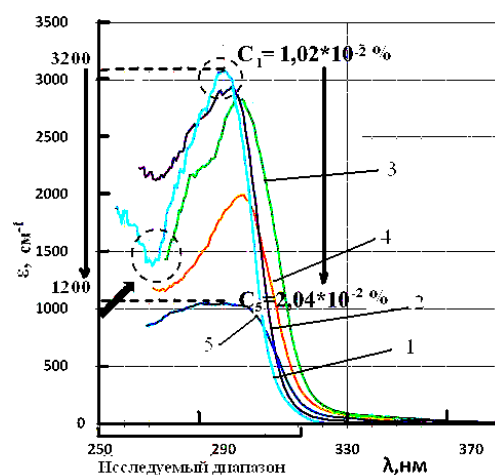


Рис.2. Спектры поглощения растворов МБ-16 в хлороформе с концентрациями: 1 – 0,0102%, 2 – 0,0136%, 3 – 0,0153%, 4 - 0,018%, 5 – 0,02%

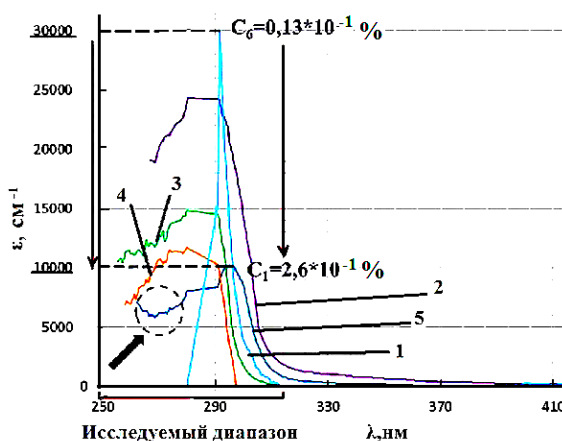


Рис. 3. Спектры поглощения растворов МБ-4 в хлороформе с концентрациями: 1- 0,013%, 2 - 0,018%, 3 – 0,045 %, 4 - 0,09%, 5 –0,26%

Выбор исследуемого диапазона длин волн основывался на том, что именно эти части спектра содержат максимум поглощения (а длинах волн 250 и 310 нм) и поэтому наиболее информативны. Кроме того, растворы оказываются прозрачными в видимой области спектра, поглощение в видимой части спектра уменьшается и к 450 нм становится равным нулю. Практически для всех исследуемых веществ с увеличением концентрации раствора поглощение уменьшается, то есть наблюдается эффект «просветления».

Как показал анализ спектров поглощения растворов исследуемых веществ, в спектрах растворов МБ-16 и АБ-16 наблюдается батохромный сдвиг полосы поглощения на 20 нм по сравнению с соответствующей полосой поглощения в спектре раствора МБ-4, что связано увеличением длины ауксохромной группы, присоединенной к бензольному кольцу (16 метиленовых групп CH_2 в молекулах МБ-16 и АБ-16 и четыре – в молекуле МБ-4). Замена метиленовой группы CH_3 в МБ-16 на водород в АБ-16 привела к сильному гипохромному эффекту, то есть уменьшению интенсивности полосы поглощения.

Известно, что подобные органические соединения в растворах как водных, так и органических растворителей, образуют ассоциаты, объединяющие от двух до нескольких молекул вещества, [3]. Эти группы молекул могут возникать, в частности, за счет образования межмолекулярных водородных связей. Присутствие атомов кислорода и водорода в молекулах исследуемых веществ свидетельствует о возможности возникновения межмолекулярных водородных связей, пример образования которой представлен на рис. 4.

Появление ассоциатов в растворе проявляется в спектрах поглощения тем, что максимум поглощения становится несимметричным, на его коротковолновом склоне максимумы поглощения ассоциатов появляются в виде перегибов. Присутствие нескольких перегибов говорит о том, что в растворах возникает ассоциаты, содержащие различное число молекул. Это можно наблюдать в спектрах растворов исследуемых веществ практически всех концентраций. Следовательно, при приготовлении пленочных структур из растворов на поверхности будут осаждаться не отдельные молекулы, а связанные группы молекул.

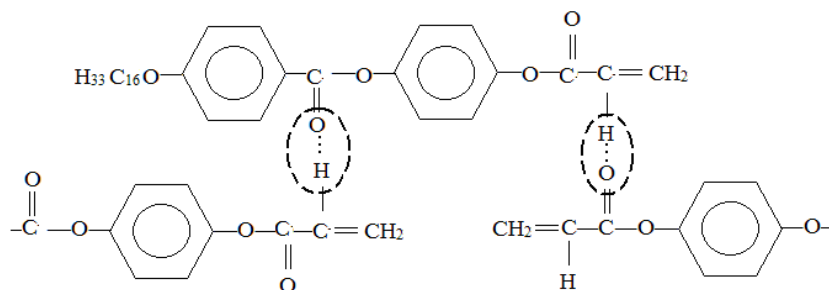


Рис. 4. Образование водородных связей между молекулами АБ-16

Проведенная оценка степени ассоциации показала, что степень ассоциации в растворах увеличивается с ростом концентрации вещества. Кроме того, увеличение размеров молекул за счет удлинения концевой метиленовой цепочки в молекуле МБ-16 по сравнению с МБ-4 приводит к уменьшению степени ассоциации практически в 2 раза. А замена атома Н (АБ-16) на CH_3 группу (МБ-16) осложняет возможность возникновения водородных связей и также приводит к уменьшению степени ассоциации, таблица 2.

Таблица 2. Степень ассоциации растворов исследуемых фенилбензоатов

Название вещества	Концентрация				
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
АБ-16	0,33	0,40	0,42	0,45	—
МБ-16	0,23	0,25	0,26	0,27	—
МБ-4	0,40	0,45	0,48	0,49	0,52

Таким образом, в результате проведенных спектральных исследований растворов фениловых эфиров оксибензойной кислоты МБ-16, МБ-4, АБ-16 в хлороформе установлено:

- все растворы обладают сильным поглощением в УФ-области, близкой к видимому диапазону длин волн;
- с увеличением концентрации раствора поглощение уменьшается и наблюдается эффект «просветления»;
- удлинение концевых групп молекул в гомологическом ряду фенилбензоата МБ-п приводит к смещению полос поглощения в длинноволновую область;
- замена метакрилатной группы в молекуле АБ-16 на атом Н вызывает не только батохромный сдвиг полосы поглощения в спектре раствора, но и к уменьшению ее интенсивности;
- растворы всех исследуемых веществ сильно ассоциированы, следовательно, при приготовлении пленочных структур из растворов на поверхности будут осаждаться не отдельные молекулы, а связанные группы молекул.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров А.И., Дронов В.М., Пашкова Т.В. УФ полимеризация и структурные исследования ЛБ пленок на основе мезогенных бифенилов и фенилбензоатов // Известия Академии наук. Серия физическая 1998. №8. С. 1662–1669.
2. Браун Д., Флорид А., Сейнзбери М. Спектроскопия органических веществ. Москва: Мир, 1992 г. 305 с.
3. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия, М.: Высшая школа. 1987, 367 с
4. Пентин Ю.А., Кураמיшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии. Москва: Мир, 2008 г. 398 с.

УДК 532.783

Т. В. Пашкова^{1,2}, А. С. Баженов², А. И. Александров²

¹ ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

² ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКИХ ПЛЕНОК

Аннотация: проведены исследования влияния температуры на спектральные характеристики тонких пленок, сформированных на стеклянных подложках осаждением молекул красителя кубового алого КД. Исследования проводились для неполимеризованных пленок, и пленок стабилизированной структуры. Стабилизация проводилась путем УФ полимеризации. Обнаружено, что в исследованном интервале температур и полимеризованная, и исходная пленки красителя остаются стабильными. Воздействие температуры приводит к разрушению агрегатов молекул в неполимеризованной пленке.

Ключевые слова: органические красители, тонкие пленки, структура, УФ полимеризация, температура, спектральный анализ.

T. V. Pashkova, A. S. Bagenov, A. I. Alexandrov

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THIN FILMS

Abstract: the influence of temperature of the spectral characteristics of thin films formed on glass substrates by deposition of cubic scarlet KD dye molecules has been studied. Studies were conducted/ for non-polymerized films and films with stable structure. Stabilization was performed by UV polymerization. It was found that both the polymerized and initial dye films remain stable in the studied temperature range. The effect of temperature leads to the destruction of aggregates of molecules in the unpolymerized film.

Keywords: organic dyes, thin films, structure, UV polymerization, temperature, spectral analysis.

ВВЕДЕНИЕ

Органические красители, формирующие лиотропные мезофазы в водных растворах, весьма перспективны для создания тонких анизотропных пленок [1,3]. Для их практического использования важным оказывается получение стабильных пленочных структур в широком температурном интервале. Одним из способов стабилизации структурной организации в пленках является полимеризация под действием ультрафиолетового (УФ) излучения. Проведенные ранее спектральные исследования растворов красителя сульфированного кубового алого КД и пленок, полученных осаждением раствора на механически текстурированные стеклянные подложки, при комнатной температуре позволили получить данные о характере взаимодействия молекул в пленках, а также установить, что ультрафиолетовое облучение пленки в течение 15 минут не разрушает ориентацию молекул, стабилизируя ее структуру, увеличение продолжительности облучения до 30 минут разрушает ориентацию молекул в пленке, в дальнейшем приводя к образованию дефектов, [4]. Представляется интересным выяснить влияние температурного фактора на структуру и стабильность пленок красителя.

МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В работе методами спектрального анализа исследовались пленки красителя сульфированного кубового алого КД, смесь изомеров.

Структурные формулы молекул красителя, построенные в пакете Hyper Chem, показаны на рис.1.

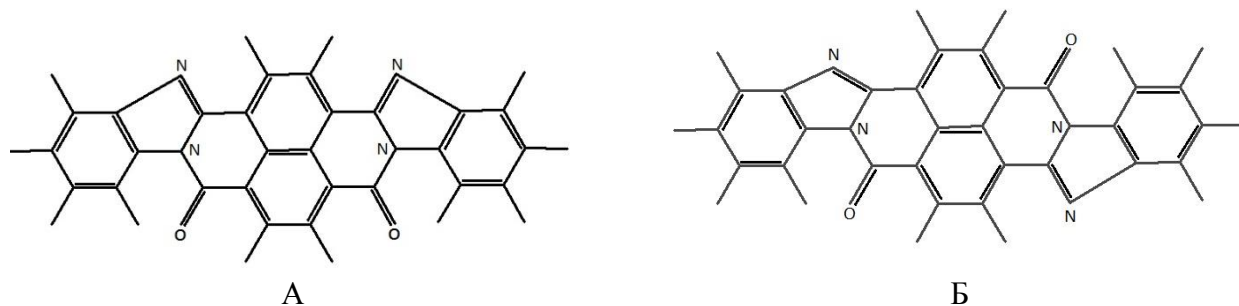


Рис. 1. Структурные формулы красителя сульфированного кубового алого КД:
А - цис-изомер, Б - транс-изомер

Пленки красителя формировали осаждением раствора на стеклянных подложках, предварительно подвергнутых механическому текстурированию. Стабилизацию структуры пленок проводили УФ облучением в течение 15 минут, использовалось излучение светодиода. Спектры поглощения пленок на основе исследуемых соединений получены на спектрофотометре СФ-26 в интервале температур от 20 °С до 150 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спектры поглощения пленок красителя кубового алого КД, сформированных на стеклянных подложках, были получены в диапазоне длин волн 350-700 нм при различных

температурах от 20°C до 150°C. Исследовались необлученные пленки красителя и полимеризованные пленки после облучения ультрафиолетовыми лучами в течение 15 минут. Спектры поглощения для некоторых температур представлены на рис.2, 3.

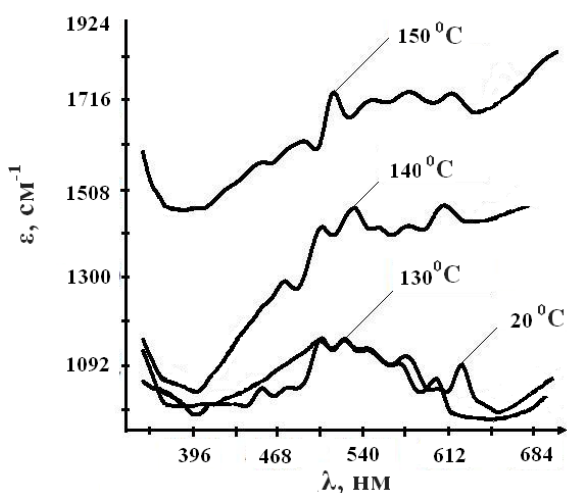


Рис. 2. Спектры поглощения пленки красителя сульфированного кубового алого КД

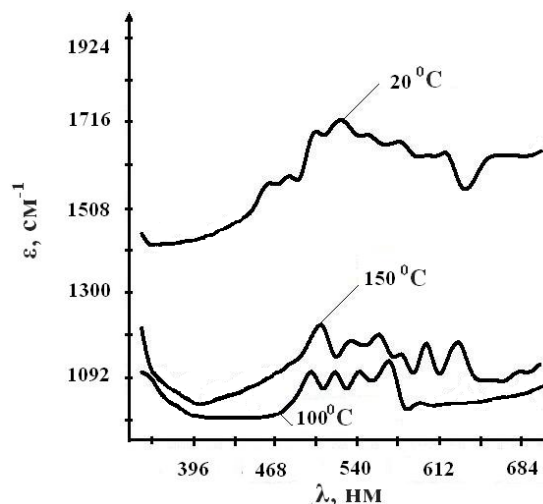


Рис. 3. Спектры поглощения пленки красителя сульфированного кубового алого КД, полимеризованной УФ излучением

На представленных спектрах поглощения видно, что широкий максимум в видимой области спектра имеет сложную структуру, что связано как с поглощением молекул красителя в целом как сопряженного хромофора, но и с поглощением имеющихся в пленке агрегатов молекул красителя, [4]. Кроме того, по-видимому, данная электронная полоса поглощения имеет развитую колебательную структуру, что также оказывается заметным в приведенных спектрах поглощения.

Проведенные температурные исследования показали, что при повышении температуры от 20°C до 130°C интенсивность максимума поглощения практически не меняется, лишь происходит уширение максимума в область коротких длин волн. Начиная со 140°C, деформация полосы поглощения становится значительной. Во-первых, наряду с увеличением поглощения, происходит уширение максимума, и, во-вторых, наблюдается перераспределение интенсивности между различными колебательными составляющими этой электронной полосы. Подобные деформации полосы поглощения нельзя объяснить изменением конформации молекул красителя, поскольку обилие кратных связей в молекуле делает молекулу жесткой и определяет ее плоскую конформацию. Ранее установлено, что в растворах красителя кубового алого КД образуются ассоциаты молекул за счет образования межмолекулярных водородных связей, [4,5]. Эти молекулярные агрегаты сохраняются и в пленке. Образование водородных связей приводит к возникновению стерических ограничений некоторых возможных колебаний атомов в молекуле. По-видимому, повышение температуры до 140°C вызывает разрушение водородных связей, тем самым увеличивая число возможных валентных колебаний, что и проявляется в усилении отдельных колебательных составляющих этой полосы поглощения. Разрушения структуры пленки и образующих ее молекул не происходит, поскольку при понижении температуры до комнатной вновь возникает спектр поглощения, аналогичный первоначальному.

Спектры поглощения пленок, подвергнутых полимеризации УФ-облучением, (рис.3), также содержат широкий максимум в области длин волн от 450 до 600 нм, содержащий развитую колебательную структуру. Однако характер температурных изменений спектров поглощения, вызванных влиянием температуры на молекулы вещества пленки, оказывается иным, нежели для необлученной пленки. Прежде всего, с ростом температуры заметно

уменьшается интенсивность полос поглощения, что связано с уменьшением числа поглощающих центров. Это еще раз подтверждает тот факт, что при УФ-облучении происходит полимеризация молекул красителя в пленке. Поэтому, несмотря на разрыв водородных связей при повышении температуры, не происходит разрушение агрегатов молекул, образовавшихся в растворе. Однако повышение температуры облегчает колебания атомов, что делает более отчетливой колебательную структуру полосы поглощения. Так же, как и в случае необлученной пленки, процесс температурных изменений обратим.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных спектральных исследований пленок, полученных осаждением раствора красителя кубового алого КД на стеклянные подложки, было установлено, что:

- как необлученная, так и полимеризованная УФ излучением пленка являются стабильными в области температур 20 °С - 150 °С;
- повышение температуры необлученной пленки приводит к разрыву водородных связей между молекулами, и, как следствие, разрушению агрегатов молекул;
- в пленке, полимеризованной воздействием УФ излучения, агрегированная структура сохраняется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *A.I. Alexandrov, V.A. Bykov, T.V. Pashkova.* Structure and films formed from lyotropic liquid crystal phases of dyes. 1. bensoyurpurin – 4B// *Mol.Cryst. Liq.Crust.*1992. Vol.215.PP 169-177
2. *А.И. Александров, В.А. Быков, Т.В. Пашкова.* Дифракционные исследования структуры пленок, сформированных из лиотропных жидкокристаллических фаз некоторых красителей.// *Известия Академии Наук. Серия физическая.* 1995. Т.59, № 3. с. 37-44.
3. *А.И. Александров, Т.В. Пашкова, В.А. Быков.* Особенности структурной организации тонких пленок, сформированных из лжк фаз красителей: дисульфоиндантрон, прямой желтый светопроочный.// *Abstract. IV International meeting on lyotropic liquid crystals/ September 25-28. 2000. Ivanovo. Russia.* P.87
4. *Марч Дж.* Органическая химия. Реакция, механизмы и структура. Углубленный курс для университетов и химических вузов: в 4-х т. Т. 1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 381с.
5. *Т.В. Пашкова, А.И. Александров, А.С. Баженов.* Спектральные исследования УФ-полимеризованных пленок красителя. // *Актуальные вопросы естествознания. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Иваново, 25 марта 2019 года. ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.* С. 107-111.

УДК 57.038

П. В. Пучков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ В БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУКАХ

Аннотация: В данной статье пойдет речь о применимости законов математики и физики для описания закономерностей протекания различных процессов, как в живых системах, так и в неживых.

Данный вопрос интересен тем, что прослеживается некоторая закономерность существования живых и неживых систем с точки зрения энергетического баланса. В статье сравниваются законы теплового баланса, определяющие существование живых и неживых систем.

Ключевые слова: закон, математика, термодинамика, свободная энергия, тепловой баланс

P. V. Puchkov

APPLICATION OF THE LAWS OF PHYSICS AND MATHEMATICS IN THE BIOLOGICAL SCIENCES

Abstract: this article deals with the applicability of the laws of mathematics and physics to describe the regularities of various processes, both in living systems and inanimate ones. This question is interesting because there is a certain regularity of the existence of living and non-living systems in terms of energy balance. The article compares the laws of heat balance that determine the existence of living and inanimate systems.

Keywords: law, mathematics, thermodynamics, free energy, heat balance

Можно ли применить законы, открытые для физических тел для объяснения закономерностей живой природы? Недавно я обнаружил, что некоторые законы кристаллизации металлов и сплавов похожи на закономерности биологических явлений и процессов, механизмы которых можно объяснить применив математический аппарат и физические законы и теории. Прочитав одну интереснейшую книгу под названием «Биология в новом свете» Р. Глазера профессора Берлинского университета им. Гумбольда я заметил закономерности, одинаково работающие как в живой природе, так и в неживой. Обнаружился интересный факт, что современная биология использует законы термодинамики. Данные законы позволяют объяснить, откуда живые организмы берут жизненно необходимую энергию, как эта энергия преобразуется в процессе жизнедеятельности организмов, в каких формах она аккумулируется в живых системах и как расходуется ими [1].

Изучая процессы кристаллизации металлов и сплавов, я задавал себе один и тот же вопрос: «Почему при переходе вещества из жидкого состояния в твердое (кристаллическое), зародившиеся мелкие кристаллики вещества в жидкой фазе начинают самопроизвольно увеличиваться в размерах - «расти»? Зачем им это нужно? Что является движущей силой данного процесса? До какого критического размера кристаллы могут вырасти?

Оказалось все достаточно просто. Любая система на нашей планете живая или не живая стремится к минимуму свободной энергии. Проще говоря, любая система должна находиться в устойчивом энергетически выгодном состоянии. Чем меньше свободная энергия системы, тем она устойчивее. Поэтому любая система стремится избавиться от лишней свободной энергии и перейти в более устойчивое, стабильное состояние.

Почему же кристаллы растут самопроизвольно в процессе кристаллизации? Есть ли какая-то зависимость между размером кристалла и его свободной энергией? Схема процесса кристаллизации представлена на рис. 1.

Приведу такую аналогию. Например, любая домохозяйка знает, что килограмм крупной картошки можно очистить быстрее, чем килограмм мелкой. Как это объяснить. Из математики известно, что поверхность шара увеличивается пропорционально квадрату его диаметра, а объем шара связан с диаметром кубической зависимостью. По этой причине в килограмме мелкой картошки кожуры больше, чем в килограмме крупной. Вывод мелкую картошку покупать не выгодно, больше отходов! А какая же аналогия с кристаллами? Иметь малые размеры кристаллам тоже не выгодно?

Для объяснения данной зависимости введем понятие удельной поверхности. Удельная поверхность тела - это отношение суммарной поверхности тела к массе тела. Удельная

поверхность тела обратно пропорциональна размеру тела. То есть, чем меньше размер тела, тем выше его удельная поверхность. Удельная поверхность кристаллов возрастает с уменьшением размеров кристаллов и приводит к росту свободной энергии кристалла (энергии Гиббса). Мелкокристаллическая система обладает низкой стабильностью и высокой активностью. Поэтому например, химики для ускорения протекания химической реакции измельчают реактивы, тем самым повышая удельную поверхность вещества.

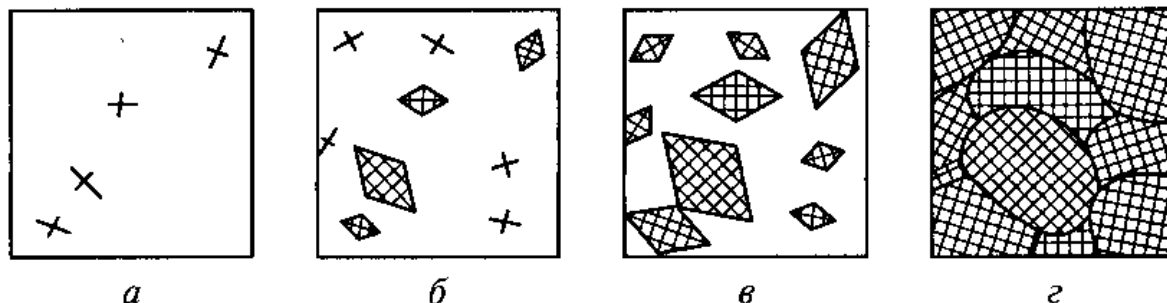


Рис. 1. Этапы роста кристаллов в процессе кристаллизации

Вернемся к нашим кристаллам. Мелкокристаллическое состояние для системы энергетически не выгодно, поэтому для того, чтобы избавиться от лишней свободной энергии кристаллы в процессе кристаллизации начинают увеличиваться в размерах, тем самым уменьшая удельную поверхность отдельно взятого кристалла и как следствие свободную энергию.

Теперь проведем аналогию энергетической эффективности между размером кристаллов и размером живых организмов. Вы когда нибудь задумывались почему живые организмы не могут иметь безгранично большие размеры тела или безгранично малые? Влияет ли размер тела организма на его обмен веществ? А почему мышь не может быть меньше, чем она есть в действительности?

Не обращаясь к законам механики и термодинамики можно ответить на этот вопрос, используя третий закон американского биолога Барри Коммонера, который установил, что: «Природа знает лучше». Действительно, человек не способен создать систему более энергоэффективную, чем природа. Человек может лишь наблюдать за природой и применять изобретения природы в своей технической деятельности.

Для того, чтобы аргументированно ответить на вопрос, связанный с размером мыши, применим законы теплового баланса, используемые в технике. Предположим, что количество тепла, образующегося в единице массы тела, одинаково для всех животных. Один грамм тела мыши производит в единицу времени столько же тепла, сколько производит один грамм тела человека. Вес животного пропорционален его объему, а последний, пропорционален линейному размеру тела в третьей степени ($l_{\text{ширина}} \times l_{\text{глубина}} \times l_{\text{высота}} = l^3$). Теперь рассмотрим как теплокровные организмы (млекопитающие) поддерживают постоянство температуры тела? За счет рассеивания тепла в окружающую среду. Я думаю никто не будет спорить, что температура тела теплокровных животных значительно выше температуры окружающей среды. Из курса химии мы знаем, что при высокой температуре химические процессы ускоряются. Например, сахар в горячем чае растворяется быстрее, чем в холодном. Поэтому при температуре тела в 37°C биологическая система гораздо активнее, чем при 10°C или 20°C . Более высокая температура тела у теплокровных животных по сравнению с окружающей средой нужна для более легкого осуществления термостатирования тела. Нагрев всегда осуществить проще, чем охлаждение, а тело с более высокой по сравнению с окружающей температурой охлаждается само за счет рассеяния тепла с поверхности тела. У всех теплокровных животных температура тела приблизительно одинакова. Поэтому можно утверждать, что теплоотдача увеличивается пропорционально

поверхности тела, т.е. квадрату его размера, l^2 . Значит, пропорция между теплоотдачей и образованием тепла можно записать следующим образом (1):

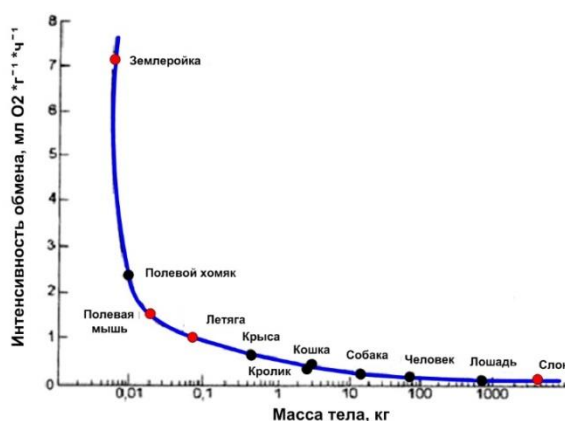
$$\text{Теплоотдача} / \text{образование тепла} \approx l^2 / l^3 = 1/l \quad (1)$$

Вывод: чем указанное соотношение больше, тем больше теплоотдача, чем оно меньше, тем больше тепла образуется в теле живого организма. То есть, мышь с трудом может обогреть себя, а вот человек – легко потеет. Данное соотношение для размера тела теплокровного организма устанавливает нижнюю границу, определяющую возможность существования теплокровных животных с точки зрения законов теплового баланса. Соотношение между массой и поверхностью тела (большая удельная поверхность) у мыши настолько энергетически невыгодно, что необходимая постоянная температура тела поддерживается лишь благодаря интенсивному обмену веществ. Мышь должна обладать очень высоким обменом веществ и следовательно, постоянно потреблять пищу, чтобы не замерзнуть [1].

Например, Землеройка, питающаяся насекомыми, - самое маленькое из теплокровных животных на Земле. Теплокровные животные меньше Землеройки не могли бы существовать, потому что удельная поверхность тела такого животного была бы настолько велика, что теплоотдача тела превышала бы величину образования тепла в ходе обмена веществ [1].

Интересный факт, что критический размер водных млекопитающих больше чем сухопутных, так как теплоотдача в воде в разы больше чем на воздухе.

Подводя итог выше сказанному можно сделать вывод: чем меньше животное, тем интенсивнее у него протекает обмен веществ, а значит выше частота дыхания и сердцебиения. Например: частота сердцебиения мыши - 200 уд/мин., человека – 70 уд/мин., слона – 30 уд/мин., синего кита – 8 уд/мин. Можно сравнить тело теплокровного животного с угольным котлом, вырабатывающего тепловую энергию за счет химической реакции. Для горения топлива в котле, так же как и для осуществления обмена веществ в клетках животного необходим окислитель – кислород. Удельное потребление кислорода живым организмом зависит от его массы. На рис. 2 представлена зависимость между массой тела млекопитающих и интенсивностью обмена в состоянии покоя.



Животное	Масса тела, г	Общее потребл. O ₂ , мл/ч	Уд. потребл. O ₂ , мл/г*ч*
Землеройка	4,8	35,5	7,40
Мышь	25	41,0	1,65
Собака	117000	3870	0,33
Человек	70000	14760	0,21
слон	3833000	268000	0,07

Рис. 2. Зависимость между массой тела млекопитающих и интенсивностью обмена в состоянии покоя (Правило Рубнера)

Если посмотреть на рис. 2 удельное потребление кислорода на единицу массы слона и мыши 0,07 и 7,40 мл/г*ч, то можно сделать вывод, что слон как энергетическая система более рациональна и устойчива. Можно даже предположить, что удельное потребление пищи слона и мыши будет иметь похожее соотношение.

Подведя итог выше сказанному можно сделать вывод, что законы термодинамики и математики применимы как в живых, так и в неживых системах. Системы больших размеров в определенных пределах более стабильны и энергетически эффективны, чем аналогичные малые системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазер Р. Биология в новом свете. Пер. с нем. К.М. Близник и С.В. Беневоленского. Под. Ред. Ю.Г. Капulyцевича, М., «Мир», 1978

УДК 537.525

А. М. Соболев¹, А. М. Ефремов^{1,2}

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПАРАМЕТРЫ ПЛАЗМЫ И КИНЕТИКА РЕАКТИВНО-ИОННОГО ТРАВЛЕНИЯ SiO₂ В СМЕСИ CF₄ + Ar

Аннотация: Проведено исследование электрофизических параметров плазмы, стационарного состава газовой фазы и кинетики реактивно-ионного травления диоксида кремния в смеси CF₄ + Ar в условиях индукционного ВЧ (13.56 МГц) разряда. Установлено, что варьирование начального состава смеси а) оказывает влияние на кинетику образования активных частиц через изменение средней энергии и концентрации электронов; и б) изменяет параметры ионной компоненты плазмы, определяющие эффективность распыления частиц с обрабатываемой поверхности.

Ключевые слова: плазма, тетрафторметан, аргон, травление, полимерная пленка, диагностика, моделирование, кинетика.

A. M. Sobolev, A. M. Efremov

PLASMA PARAMETERS AND SiO₂ REACTIVE-ION ETCHING KINETICS IN CF₄ + Ar GAS MIXTURE

Abstract: The investigation of electro-physical plasma parameters, steady-state gas phase composition and silicon dioxide reactive ion etching kinetics in CF₄ + Ar gas mixture was carried out under the condition of RF (13.56 MHz) inductive discharge. It was found that the change in the initial composition of gas mixture a) influences the formation kinetics for plasma active species through changes in both electron density and mean energy; and b) shifts parameters of ionic component which determine the

Keywords: plasma, tetrafluoromethane, argon, etching, polymer film, diagnostics, modeling, kinetics.

Фторуглеродные газы активно используются в технологии микро- и нано-электроники в процессах размерного структурирования функциональных слоев, имеющих полупроводниковую, металлическую или диэлектрическую природу. В частности, при обработке кремния и его соединений (SiO₂, Si₃N₄) широкое распространение получил тетрафторметан (CF₄), который по причине высокого отношения числа атомов фтора к числу

атомов углерода в исходной молекуле ($F/C = 4$), обеспечивает доминирование травления (удаления материала с поверхности за счет перевода в летучие соединения при взаимодействии с атомами фтора) над полимеризацией (высаживанием фторсодержащей полимерной пленки, формируемой радикалами CF_x с $x = 1, 2$) [6, 8]. На практике, процессы травления часто проводят в бинарных смесях $CF_4 + Ar$, позволяющих достигать определенных преимуществ по сравнению с чистым CF_4 в плане скорости травления и чистоты обрабатываемой поверхности. Можно предположить, что основным механизмом данного эффекта является интенсификация ионной бомбардировки поверхности, приводящая к эффективному распылению полимера и активации целевой химической реакции.

В настоящее время существует достаточно исследований кинетики и механизмов плазменного травления кремния и SiO_2 в смесях на основе CF_4 , в том числе – в системе $CF_4 + Ar$ [8]. По результатам этих работ выявлены роли различных типов активных частиц в гетерогенном взаимодействии, определены зависимости скоростей травления и полимеризации от условий обработки, сделаны заключения о закономерностях высаживания и физико-химических свойствах фторуглеродных полимерных пленок. В то же время, общим недостатком большинства работ является отсутствие анализа взаимосвязей между параметрами газовой фазы и кинетикой процессов на поверхности. В такой ситуации выводы о механизмах травления часто носят декларативный характер, при этом поиск оптимальных режимов процесса возможен лишь эмпирическим путем. Кроме этого, основными объектами исследования служили смеси $CF_4 + Ar$ фиксированного состава, при этом эффекты соотношения концентраций компонентов смеси на параметры плазмы и кинетику гетерогенных процессов не получили достаточного внимания. Исходя из вышесказанного, целью данной работы являлось а) исследование влияния начального состава смеси $CF_4 + Ar$ на электрофизические параметры и стационарный состав плазмы; и б) анализ кинетики реактивно-ионного травления SiO_2 в смесях переменного начального состава.

Эксперименты проводились в реакторе планарного типа с цилиндрической рабочей камерой ($r = 13$ см, $l = 16$ см) из анодированного алюминия при возбуждении индукционного ВЧ (13.56 МГц) разряда. При проведении экспериментов, в качестве постоянных внешних параметров плазмы выступали вкладываемая мощность ($W = 700$ Вт), мощность смещения ($W_{dc} = 200$ Вт), давление плазмообразующего газа ($p = 6$ мтор). Начальный состав смеси $CF_4 + Ar$ задавался соотношением парциальных расходов компонентов в рамках постоянного общего расхода $q = 40$ станд. см³/мин. Диагностика плазмы проводилась двойным зондом Лангмюра DLP2000. Обработка зондовых вольт-амперных характеристик для получения данных по температуре электронов (T_e) и плотности ионного тока (J_+) базировалась на положениях теории двойного зонда [3] с использованием максвелловского приближения для функции распределения электронов по энергиям (ФРЭЭ).

Для получения данных по концентрациям активных частиц плазмы $CF_4 + Ar$ использовалась глобальная (0-мерная) модель, оперирующая величинами, усредненными по объему реактора [1, 2]. Общие подходы к разработке таких моделей подробно рассмотрены в работах [5, 6]. Кинетическая схема (набор реакций и их кинетических характеристик) была заимствована из нашей работы [1]. Корректность описания кинетики плазмохимических процессов подтверждается удовлетворительным согласием расчетных и измеренных параметров плазмы и концентраций частиц.

При диагностике плазмы было найдено, что увеличение доли Ar в плазмообразующей смеси не сопровождается заметными изменениями средней энергии (температуры) электронов ($T_e \sim 3.4$ эВ), но вызывает заметное увеличение плотности ионного тока ($J_+ = 0.73-1.19$ мА/см² при 0–75% Ar). Последний эффект обеспечивается аналогичным изменением концентрации положительных ионов ($n_+ = 3.4 \times 10^{10} - 4.5 \times 10^{10}$ см⁻³ при 0–75% Ar) по причине роста суммарной скорости ионизации нейтральных частиц. Такая ситуация возникает из-за различий констант скоростей R1: $CF_4 + e \rightarrow CF_3^+ + F + 2e$ ($k_1 \sim 2.4 \times 10^{-10}$

см³/с) и R2: $\text{Ar} + e \rightarrow \text{Ar}^+ + 2e$ ($k_2 \sim 3.1 \times 10^{-10}$ см³/с). Одновременное снижение концентрации отрицательных ионов ($n_- = 1.6 \times 10^{10} - 6.6 \times 10^9$ см⁻³ при 0–75% Ar) из-за снижения доли электроотрицательных частиц в плазмообразующем газе обуславливает монотонный рост концентрации электронов n_e в диапазоне $1.8 \times 10^{10} - 3.8 \times 10^{10}$ см⁻³ при 0–75% Ar.

Основными нейтральными частицами, представляющими принципиальный интерес для анализа кинетики процессов травления в смеси $\text{CF}_4 + \text{Ar}$, являются атомы фтора и полимеробразующие радикалы CF_x ($x = 1, 2$). На рис. 1 приведены расчетные данные по влиянию содержания Ar в плазмообразующем газе на концентрации нейтральных частиц и кинетику атомов фтора. В плазме чистого CF_4 основными источниками атомов F являются диссоциация CF_4 и CF_3 по механизмам R1, R3: $\text{CF}_4 + e \rightarrow \text{CF}_3 + \text{F} + e$ и R4: $\text{CF}_3 + e \rightarrow \text{CF}_2 + \text{F} + e$, суммарная скорость которых составляет $\sim 85\%$ от общей скорости образования атомов фтора. Еще $\sim 10\%$ вносит реакция R5: $\text{F}_2 + e \rightarrow 2\text{F} + e$, которая обеспечивается гетерогенной рекомбинацией атомов по механизму R6: $\text{F} + \text{F}(s) \rightarrow \text{F}_2$, где индекс (s) соответствует состоянию частицы на поверхности. В то же время, эффект от диссоциации CF_2 (R7: $\text{CF}_2 + e \rightarrow \text{CF} + \text{F} + e$) и CF (R8: $\text{CF} + e \rightarrow \text{C} + \text{F} + e$) является пренебрежимо малым и не превышает 5%. Причиной этого являются низкие концентрации этих частиц ($n_{\text{CF}_2}/n_{\text{CF}_4} \sim 0.01$ и $n_{\text{CF}}/n_{\text{CF}_4} \sim 0.001$) из-за ступенчатого механизма их образования и высоких вероятностей гетерогенной гибели. Ступенчатый механизм образования фторуглеродных радикалов обуславливает также снижение их концентрации от более насыщенных к менее насыщенным частицам: $n_{\text{CF}_4} > n_{\text{CF}_3} > n_{\text{CF}_2} > n_{\text{CF}}$ (рис. 1(a)).

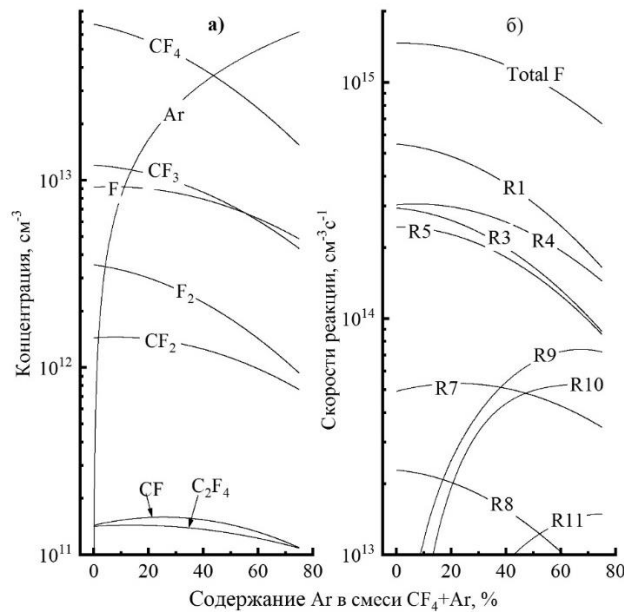
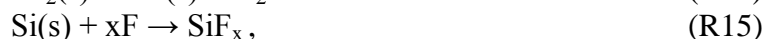


Рис. 1. Зависимость концентраций нейтральных частиц (а) и скоростей образования атомов фтора (б) от содержания Ar в смеси $\text{CF}_4 + \text{Ar}$.

Увеличение содержания аргона в плазмообразующей смеси не изменяет соотношений скоростей упомянутых процессов, но влияет на их кинетику через изменение электрофизических параметров плазмы. В частности, увеличение концентрации электронов обеспечивает рост частот диссоциации CF_x электронным ударом (например, $k_1 n_e = 4.9 - 8.5$ с⁻¹ при 0–75% Ar), что соответствует увеличению относительной эффективности образования атомов фтора. Кроме этого, в условиях $u_{\text{Ar}} > 60\%$ становится заметным ($\sim 10\%$ при 75% Ar) вклад процессов ступенчатой диссоциации с участием метастабильных атомов аргона R9: $\text{Ar}_m + \text{CF}_4 \rightarrow \text{CF}_3 + \text{F} + \text{Ar}$, R10: $\text{Ar}_m + \text{CF}_3 \rightarrow \text{CF}_2 + \text{F} + \text{Ar}$ и R11: $\text{Ar}_m + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{F} + \text{Ar}$. В результате, суммарная скорость образования атомов фтора снижается значительно медленнее простой концентрационной зависимости (в ~ 2.2 раза при 0–75% Ar). В то же

время, частота гибели атомов фтора, определяемая их гетерогенной рекомбинацией по механизмам R6, R12: $F + CF_x(s) \rightarrow CF_{x+1}$ и R13: $CF_x + F(s) \rightarrow CF_{x+1}$, практически не зависит от содержания аргона в смеси. Поэтому характер изменения концентрации атомов фтора (рис. 1(a)) однозначно определяется поведением суммарной скорости их генерации (рис. 1(б)).

На рис. 2 представлены данные по кинетике травления SiO_2 в плазме смеси $CF_4 + Ar$ переменного начального состава. Монотонное снижение скорости травления R_{SiO_2} с ростом содержания аргона в смеси (рис. 2(a)) согласуется с изменением плотности потока атомов фтора $\Gamma_F \approx 0.25n_F v_T$, но противоречит поведению плотности потока энергии ионов $\sqrt{\varepsilon_i} \Gamma_+$ ($7.5 \times 10^{16} - 1.0 \times 10^{17}$ эВ^{1/2}см⁻²с⁻¹ при 0–75% Ar), где ε_i – энергия ионной бомбардировки. Такая ситуация является характерной для ионно-стимулированной химической реакции в режиме лимитирования потоком нейтральных частиц. Величина скорости распыления, оцененная с использованием литературных данных по зависимости коэффициента распыления от энергии ионов [6, 8] (10–12 нм/мин при 0–75% Ar), значительно ниже по сравнению с величиной, наблюдаемой в эксперименте (110–67 нм/мин при 0–75% Ar). Таким образом, можно заключить, что в исследованном диапазоне условий травление SiO_2 обеспечивается химическим механизмом – атомами фтора (рис. 2(a)). В то же время, самопроизвольная химическая реакция в системе $SiO_2 + F$ термодинамически невозможна из-за того, что энергия связи Si-O (~ 799.6 кДж/моль) заметно выше по сравнению с Si-F (~ 552 кДж/моль). Поэтому механизм травления SiO_2 можно представить в виде последовательной схемы:



где R14 инициирует химическую реакцию за счет разрыва оксидных связей ионной бомбардировкой.

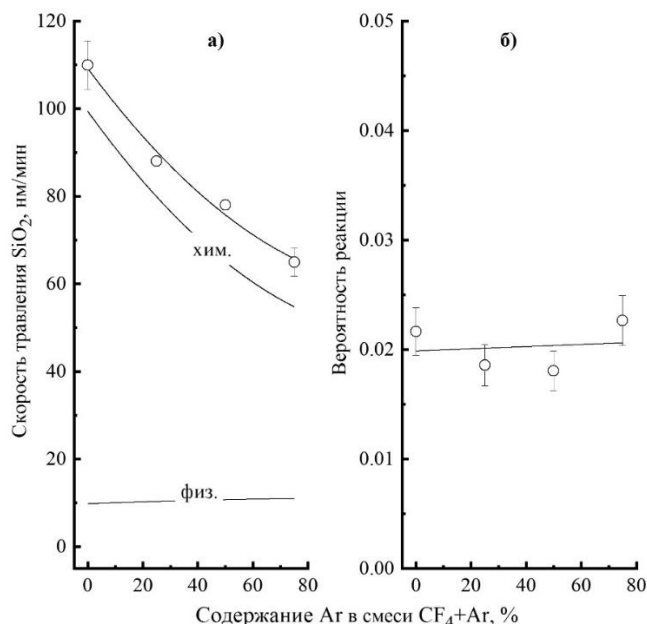


Рис. 2. Зависимость скорости травления SiO_2 (а) и вероятности взаимодействия (б) от содержания Ar в смеси $CF_4 + Ar$

Отмеченное выше согласие в поведении величин R_{SiO_2} и Γ_F означает, что лимитирующей стадией процесса является R15. Из литературы [4, 6] известно, что скорость реактивно-ионного травления во фторсодержащей плазме может быть представлена как

$\gamma_R \Gamma_F$, где γ_R – эффективная вероятность взаимодействия. В общем случае, в условиях постоянства температуры обрабатываемой поверхности, величина γ_R может зависеть от интенсивности ионной бомбардировки через образование и/или очистку центров адсорбции для атомов фтора. Из рис. 2(б) можно видеть, что с ростом содержания Ar в смеси величина γ_R имеет слабую тенденцию к увеличению. Качественно это согласуется с изменением параметра $\sqrt{\varepsilon_i} \Gamma_+$, отражающего изменение плотности потока энергии ионов. Таким образом, предложенный механизм травления SiO₂ не противоречит экспериментальным данным. В заключении отметим также, что добавка аргона сопровождается постоянством отношения Γ_{pol}/Γ_F , но монотонным снижением параметра $\Gamma_{pol}/\sqrt{\varepsilon_i} \Gamma_+ \Gamma_F$, где Γ_{pol} – суммарная плотность потока полимеробразующих радикалов CF_x (x = 1, 2). Фактически это означает, что рост u_{Ar} не вызывает заметных изменений скорости высаживания фторуглеродной полимерной пленки, но приводит к снижению количества полимера на поверхности за счет интенсификации его деструкции ионной бомбардировкой. Этот вывод согласуется с результатами исследования поверхности SiO₂ [7].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-07-00804А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Chun I., Efremov A., Yeom G. Y., Kwon K.-H.* A comparative study of CF₄/O₂/Ar and C₄F₈/O₂/Ar plasmas for dry etching applications // *Thin Solid Films*. 2015. V. 579. P. 136-148.
2. *Efremov A., Lee J., Kim J.* On the control of plasma parameters and active species kinetics in CF₄+O₂+Ar gas mixture by CF₄/O₂ and O₂/Ar mixing ratios // *Plasma Chem. Plasma Process.* 2017. V. 37. P. 1445-1462.
3. *Johnson E. O., Malter L.* A floating double probe method for measurements in gas discharges // *Phys. Rev.* 1950. V. 80. № 1. P. 58-68.
4. *Gray D. C., Tepermeister I., Sawin H. H.* Phenomenological modeling of ion-enhanced surface kinetics in fluorine-based plasma etching // *J. Vac. Sci. Technol. B*. 1993. V. 11. № 4. P. 1243-1257.
5. *Kimura T., Ohe K.* Probe measurements and global model of inductively coupled Ar/CF₄ discharges // *Plasma Sources Sci. Technol.* 1999. V. 8. № 4. P. 553-560.
6. *Lieberman M. A., Lichtenberg A. J.* Principles of plasma discharges and materials processing. New York. John Wiley & Sons Inc. 2005. 757 p.
7. *Stoffels W. W., Stoffels E., Tachibana K.* Polymerization of fluorocarbons in reactive ion etching plasmas // *J. Vac. Sci. Technol. A*. 1998. V. 16. № 1. P. 87-95.
8. *Wolf S., Tauber R. N.* Silicon Processing for the VLSI Era. Volume 1. Process Technology. Lattice Press. New York. 2000. 416 p.

УДК 677.027.62+537.525

И. В. Холодков^{1,2}, Н. В. Холодкова¹, Д. Б. Мурин¹, Т. Ю. Кумеева², Д. Кузнецова¹

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

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

ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИЭФИРНОЙ ТКАНИ В ВЧ ПЛАЗМЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ

Аннотация: В статье рассмотрено понятие гидрофобности поверхности и возможные пути ее достижения. Приведена сравнительная характеристика методов гидрофобизации поверхности полиэфирной ткани. Показана возможность получения гидрофобной поверхности полиэфирной ткани с помощью плазмохимической обработки в среде фторсодержащих газов.

Ключевые слова: поверхность, полиэфирная ткань, гидрофобность, волокно, фторирование, плазма, краевой угол смачивания, поверхностная энергия.

I. V. Kholodkov, N. V. Kholodkova, D. B. Murin, T. Yu. Kumeeva, D. Kuznetsova

HYDROPHOBIZATION OF POLYESTER FABRIC SURFACE IN RF PLASMA OF FLUORINATED GASES

Abstract: The article considers the concept of surface hydrophobicity and possible ways to achieve it. A comparative characteristic of the methods of hydrophobization of the surface of polyester fabric is given. The possibility of obtaining a hydrophobic surface of a polyester fabric using plasma chemical treatment in a medium of fluorinated gases is shown.

Keywords: surface, polyester fabric, hydrophobicity, fiber, fluoridation, plasma, wetting edge angle, surface energy.

Введение

Качество создаваемых современных электронных устройств обусловлено не только применением высокотехнологичного оборудования, уникальных материалов, но и возможностью обеспечения чистоты помещения, в котором создается изделие. Одним из критериев создания чистоты в помещении является использование операторами специальной одежды, созданной на основе полиэфирной ткани. Эта ткань обладает рядом уникальных характеристик:

1. высокой прочностью и износостойкостью,
2. свето- и термостойкостью,
3. устойчивостью к действию растворов кислот и щелочей средней концентрации,
4. высокой термостойкостью (от -70° до + 170°).

Одним из параметров полиэфирной ткани, имеющих важное практическое значение, является гидрофобность.

Гидрофобная поверхность – это поверхность, обладающая способностью отталкивать воду. Термин гидрофобность произошел от двух греческих слов: hydro, что означает вода, и rhobos, что означает страх; таким образом, гидрофобные поверхности можно определить как материал, который имеет тенденцию отталкиваться от воды.

Гидрофобность поверхности можно измерить по углу соприкосновения каплей воды с самой поверхностью (рис. 1). Капли воды на гидрофобной поверхности будут перемещаться

очень легко и сохранять свою сферическую форму с углом контакта более 90 градусов. Существует особый класс супергидрофобных материалов, которые обладают углами контакта свыше 150 градусов. В отличие от этого, для гидрофильных поверхностей капли воды легко растекаются, а угол контакта очень мал и составляет менее 90 градусов. На этих поверхностях капли воды не катятся, а скользят [1].

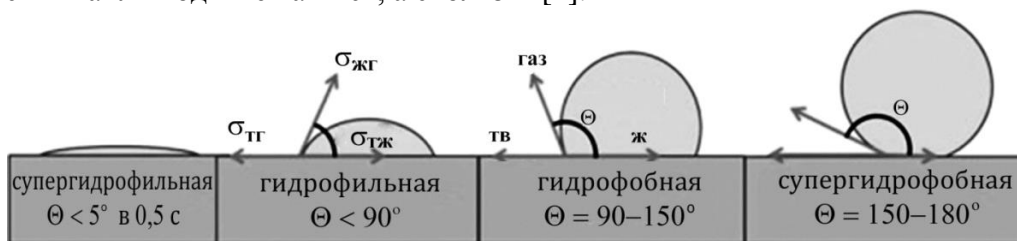


Рис. 1. Схема распределения капли воды на гидрофильной, гидрофобной и супергидрофобной поверхностях

Поведение капель воды на поверхности твердого тела связано двумя основными факторами: поверхностной энергией на границах раздела твердое тело/газ, твердое тело/жидкость, жидкость/газ и гравитационным воздействием, которое стремится распределить каплю по поверхности, увеличивая площадь контакта.

Если материал имеет более высокие энергетические состояния на поверхности – поверхность гидрофильна, в то время как при низкой поверхностной энергии материалов молекулы в каплях воды сильнее притягиваются друг к другу по сравнению с поверхностью, что приводит к более высокому углу контакта, и появлению гидрофобных свойств.

Многочисленные исследования подтвердили, что сочетание шероховатости поверхности с низкой поверхностной энергией может привести к более высокой гидрофобности поверхностей, что способствует проявлению у материала самоочищающихся свойств [2].

В природе гидрофобную поверхность можно увидеть на листьях лотоса. В 1992 году лист лотоса был представлен как «эффект лотоса», который затем стал символом супергидрофобности и самоочищающихся свойств. Поверхность листьев лотоса обеспечивает впечатляющую демонстрацию гидрофобных свойств, которые позволяют воде катиться по поверхности вместо скольжения. Листья лотоса имеют воск, покрывающий поверхность и обилие микроразмерных сосочков, которые обуславливают высокую шероховатость поверхности, как показано на рис. 2. Оба эти свойства поверхности позволяют листьям лотоса выполнять гидрофобные функции и облегчать скатывание капель воды, которые собирают примеси по мере своего движения.

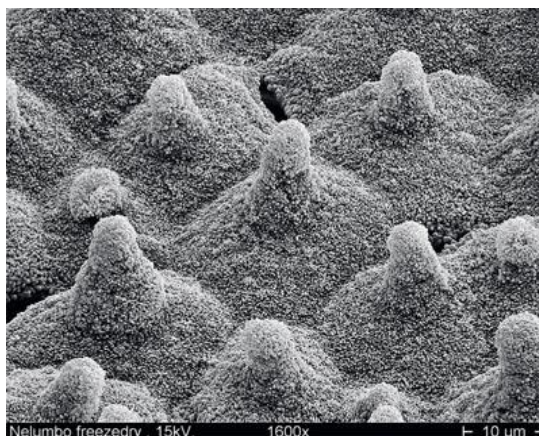


Рис. 2. Микрофотография поверхности листа лотоса

По сути, проектирование гидрофобных материалов и покрытий стало отдельным направлением современной материаловедческой науки, которое стремительно развивается.

Об этом свидетельствует увеличение числа научных публикаций в данной области [3-4]. В частности, серьезной проблемой является придание устойчивых супергидрофобных свойств текстильным материалам (волокнам, нитям, тканям, нетканым полотнам, композиционным материалам на волокнистой основе).

Существует несколько основных способов придания поверхности ткани гидрофобных свойств. К ним относят, прежде всего, обработку ткани гидрофобизаторами, а также методы газового и плазмохимического фторирования.

В качестве гидрофобизаторов используются покрытия с низкой поверхностной энергией, такие как полисилоксаны или другие полимеры на основе кремния, фторполимеры (PTFE) или функционализированные полисилоксаны [5].

Для получения максимальной гидрофобности в этих материалах гидрофильные якорные группы (Si-O-) должны быть прикреплены к поверхности подложки, в то время как гидрофобные полимерные цепи с фторсодержащей группой (X) должны быть ориентированы наружу на внешней части покрытой поверхности (рис. 3).

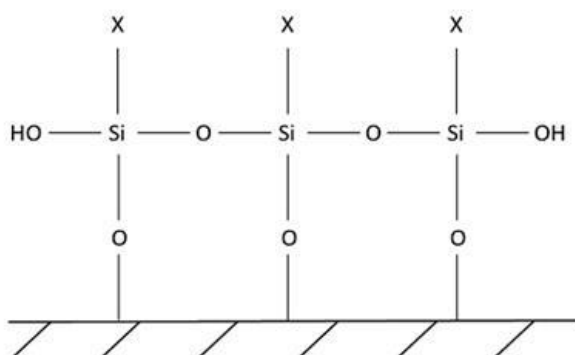


Рис. 3. Схема, иллюстрирующая структуру гидрофобного покрытия

Следует отметить, что в настоящее время для гидрофобизации волокнистых материалов в основном используются фторированные углеводороды, являющиеся производными перфтороктановой кислоты, которые, по мнению ряда исследователей, обладают канцерогенным действием. Таким образом, задача придания волокнистым материалам устойчивой супергидрофобности при сохранении высоких гигиенических, прочностных и упруго-эластических характеристик является актуальной, но весьма сложной и требует нетривиальных подходов к её решению.

В работе [4] был предложен способ модификации поверхности полиэфирной ткани путем нанесения на нее покрытия на основе теломеров методами многократной пульверизации и окунания. Исследования показали, что покрытие проявляет недостаточную механическую прочность и требует дополнительной термической обработки, в результате которой происходит частичное оплавление отдельных агломератов покрытия и, как следствие, незначительная потеря гидрофобных свойств.

Более стойкое покрытие можно получить методами газового фторирования. Следует отметить, что одним из факторов, влияющих на протекание реакций фторирования полимеров, является отсутствие в газовой смеси кислорода, требующего применения вакуумирования системы [6]. Наличие системы откачки, а также большие времена экспозиции прямого газового фторирования (до нескольких часов) делают более предпочтительным использование плазмохимических методов, позволяющих существенно интенсифицировать процесс, а также обеспечить возможность контролируемых изменений в топологической структуре поверхности.

Цель настоящей работы – сравнительное исследование гидрофобных свойств полиэфирной ткани, модифицированной путем нанесения покрытия гидрофобизаторов и методом прямого плазменного фторирования в ВЧ плазме.

Объекты исследования.

В качестве объектов исследования были выбраны образцы полиэфирной ткани без обработки, с пропиткой золев диоксида кремния (SiO_2) с удельным поверхностным содержанием препарата 5 г/м^2 и 9 г/м^2 , а также с последовательной пропиткой золев диоксида кремния и раствором теломеров.

Основой полиэфирной ткани является полиэфирное волокно из полиэтилентерефталата, элементарное звено которого приведено на рис. 4.

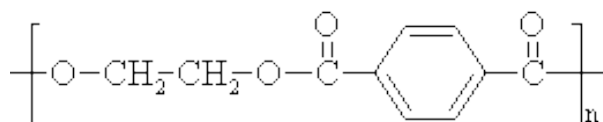


Рис. 4. Элементарное звено полиэтилентерефталата

Наличие регулярно расположенных в цепи макромолекулы полярных сложноэфирных групп -O-CO- приводит к усилению межмолекулярных взаимодействий, придавая полимеру жесткость и высокую механическую прочность, а также обуславливает устойчивость ткани к действию повышенных температур, света и окислителей.

Золь диоксида кремния был получен кислотным гидролизом тетраэтоксисилана (ТЭОС), растворенного в смеси этанола и воды. Гидролиз был выполнен при перемешивании смеси 20 мл ТЭОС, 84 мл этанола (96%) и 4 мл 0,01 н. HCl в течение 24 часов при комнатной температуре. Пропитывание ткани золев проводили при комнатной температуре в течение 10 – 12 с. В дальнейшем образцы высушивались на воздухе и выдерживались при температуре 120°C в течение часа.

Раствор теломеров был разработан в ИПХФ РАН в результате применения радиационно-химического инициирования реакции теломеримеризации мономеров тетрафторэтилена (γ -излучение ^{60}Co) в ацетоне. Обработка ткани в растворе теломеров тетрафторэтилена в ацетоне проводилась методом окунания при комнатной температуре в течение 10 – 12 с, далее образцы высушивались на воздухе.

Методы исследования.

Плазмохимическое фторирование проводилось на ICP установке «Платран-1507» в течение 1-10 минут при вкладываемой ВЧ мощности 400 Вт и расходе плазмообразующего газа $20 \text{ см}^3/\text{мин}$. В качестве плазмообразующего газа использовали CF_4 , CHF_3 и их смесь в соотношении 1:1. Образцы располагались по периферии камеры в области послесвечения ВЧ разряда.

Гидрофобные свойства полиэфирной ткани количественно характеризовали краевым углом смачивания и величиной поверхностной энергии. Состав поверхности исследуемых образцов контролировался методом EDS с помощью электронного микроскопа Tescan Vega3 SBH.

Результаты и их обсуждение.

Исследования образцов на смачиваемость (таблица 1) показали, что необработанная полиэфирная ткань и ткань с нанесенным слоем золя диоксида кремния не проявляют гидрофобные свойства. Установлено, что при нанесении теломеров тетрафторэтилена краевой угол смачивания полиэфирных тканей достигает 130° .

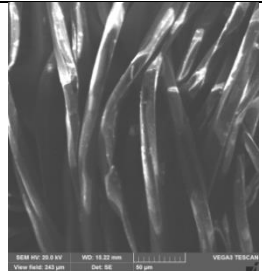
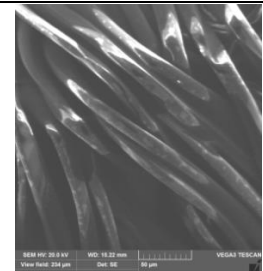
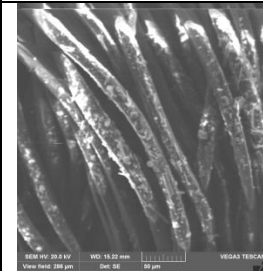
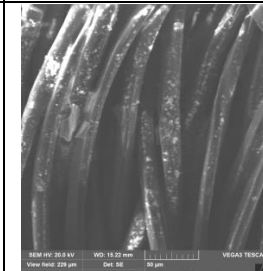
Таблица 1. Параметры гидрофобности для исходных образцов

Объект исследования	Θ, град		Поверхностная энергия, мДж/м ²		
	глицерин	вода	σ _{ГГ} ^d	σ _{ГГ} ^p	σ _{ГГ}
Ткань	-	-	Полное смачивание		
Ткань / SiO ₂ 5 г/м ²	-	-	Полное смачивание		
Ткань / SiO ₂ 9 г/м ²	-	127,4	Частичное смачивание		
Ткань / SiO ₂ 5 г/м ² / теломер	126,6	129,7	1,49	1,10	2,59
Ткань / SiO ₂ 9 г/м ² / теломер	124,4	131,0	3,09	0,36	3,45

Для подтверждения наличия на поверхности нитей фторсодержащих функциональных групп был измерен состав поверхности методом EDS с помощью электронного микроскопа Tescan Vega3 SBH, оснащенного приставкой элементного анализа.

Микрофотографии образцов (таблица 2), обработанных золев диоксида кремния, показывают наличие равномерного однородного слоя на поверхности волокон. В то время как результат последующей обработки ткани в растворе теломера в ацетоне дает неоднородное покрытие, состоящее из отдельных агломератов фторсодержащего соединения.

Таблица 2. Поверхность и элементный состав исходных образцов

	ткань / SiO ₂ 5 г/м ²	Ткань / SiO ₂ 9 г/м ²	Ткань / SiO ₂ 5 г/м ² / теломер	Ткань / SiO ₂ 9 г/м ² / теломер
Элемент, вес. %				
C	60,98	59,4	53,58	54,31
O	38,18	39,67	26,61	30,87
Ti	0,07	0,09	0,07	0,06
Si	0,76	0,85	0,96	1,16
F	-	-	18,78	13,60

Поверхность обработанных в растворе теломера образцов содержит от 13 до 18 вес.% атомов фтора, распределенных по всей поверхности нитей. В связи с отсутствием сплошного слоя нельзя говорить о высокой механической прочности данного покрытия.

В результате обработки полиэфирной ткани в области послесвечения ВЧ разряда гидрофобные свойства ее усиливаются (таблица 3). Анализ результатов плазмохимического фторирования показал, что исходная ткань, изначально никак необработанная, приобретает лучшие гидрофобные свойства, нежели образцы, имеющие на своей поверхности активированный слой диоксида кремния. В свою очередь, для образцов ткани, пропитанных золев диоксида кремния, полученные значения поверхностной энергии (σ_{ГГ}) близки к значениям σ_{ГГ} для ткани, обработанной раствором теломера в ацетоне.

Таблица 3. Результаты плазмохимического фторирования полиэфирной ткани (5 мин)

Агент	$\Theta(\text{H}_2\text{O})$, град	Поверхностная энергия, мДж/м ²		
		$\sigma_{\text{тг}}^{\text{d}}$	$\sigma_{\text{тг}}^{\text{p}}$	$\sigma_{\text{тг}}$
Ткань				
CF₄	137,3±3,1	0,96±0,40	0,57±0,47	1,53±0,07
CF₄+ CHF₃	141,6±0,2	1,54±0,11	0,08±0,02	1,63±0,08
CHF₃	140,0±1,7	0,28±0,04	0,87±0,13	1,09±0,06
Ткань + SiO₂ 5 г/м²				
CF₄	135,4	0,28	1,26	1,54
CF₄+ CHF₃	134,6	0,61	1,02	1,63
CHF₃	131,8	5,16	0,04	5,20
Ткань + SiO₂ 9 г/м²				
CF₄	132,3	0,04	2,35	2,39
CF₄+ CHF₃	131,2	0,43	1,73	2,16
CHF₃	129,1	0,725	5,945	6,67

Сравнительный анализ гидрофобных свойств, исследуемых образцов полиэфирной ткани, полученных при разных значениях времени обработки в плазме CHF₃ (рис. 5) показывает, что существенное увеличение краевого угла смачивания и, как следствие, снижение поверхностной энергии наблюдается уже после первой минуты обработки и практически остается неизменным при больших значениях времени экспозиции.

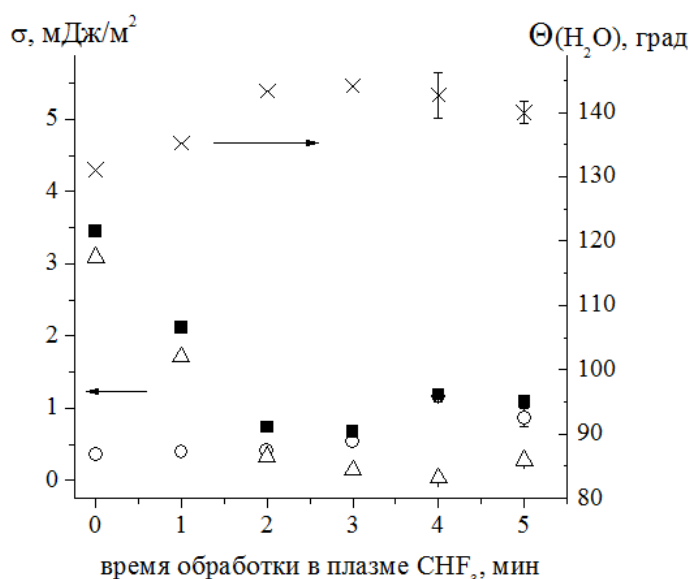


Рис. 5. Зависимости поверхностной энергии (Δ – дипольная составляющая ($\sigma_{\text{тг}}^{\text{d}}$), \circ – полярная составляющая ($\sigma_{\text{тг}}^{\text{p}}$), \blacksquare – суммарное значение поверхностной энергии $\sigma_{\text{тг}}$) и краевого угла смачивания (\times) от времени обработки образцов в плазме CHF₃. Для времени, равного 0 минут, взято значение для образца ткани, обработанного последовательно золев SiO₂ (9 г/м²) и в растворе теломеров.

Таким образом, показана возможность придания полиэфирным тканям гидрофобных свойств с помощью ИСР плазмы фторсодержащих газов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Jeevahan Jeya et al.* Superhydrophobic surfaces: a review on fundamentals, applications, and challenges// *J. Coat. Technol. Res.* 2018. V. 15. N 2. P. 231–250
2. *Ragesh P., Anand Ganesh V., Nair S.V., Nair A.S.* A review on self-cleaning and multifunctional materials// *J. Mater. Chem.* 2014. A 2. P. 14773–14797.
3. *Mohamed A.M.A., Abdullah A.M., Younan N.A.*, Corrosion behavior of superhydrophobic surfaces: a review// *Arab. J. Chem.* 2015. V. 8. P. 749–765.
4. *Пророкова Н.П., Бузник В.М.* Модифицирование синтетических волокнистых материалов с использованием фторполимеров (обзор) // *Полимерные материалы и технологии.* 2017. Т. 3. № 2. С. 6–17.
5. *Andruzzi L. et al.* Engineering low surface energy polymers through molecular design: synthetic routes to fluorinated polystyrene-based block copolymers// *J. Mater. Chem.* 2002, V. 12 (6), P. 1684–1692.
6. *Харитонов А.П., Логинов Б.А.* Прямое фторирование полимерных изделий – от фундаментальных исследований к практическому использованию // *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева).* 2008, Т. 52. № 3. С. 106–111.

УДК 549.26-162

И. В. Холодков^{1,2}, Н. В. Холодкова¹, А. Симонова¹

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

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

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕПЛОТВОДЯЩИЕ ПОДЛОЖКИ В СВЧ ЭЛЕКТРОНИКЕ НА ОСНОВЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АЛМАЗНЫХ ПЛАСТИН

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы выбора материала для изготовления теплоотводов мощных полупроводниковых приборов. Показаны преимущества использования для данных целей поликристаллических алмазных пластин. Проанализированы технологические сложности формирования металлизации на поверхности данного материала и показана возможность использования метода ионной имплантации для формирования адгезионного подслоя на основе кремния. Обнаружено снижение электрического сопротивления теплоотвода на основе поликристаллического алмаза после первого этапа ионной имплантации. Предложенная конструкция электроизолирующего теплоотвода удовлетворяет техническим требованиям и может быть использована при создании мощных полупроводниковых приборов.

Ключевые слова: поликристаллический алмаз, теплопроводность, теплоотводящая подложка, электрическое сопротивление, полупроводниковые приборы.

I. V. Kholodkov, N. V. Kholodkova, A. Simonova

DIELECTRIC HEAT TRANSFER SUBSTRATES IN MICROWAVE ELECTRONICS BASED ON POLYCRYSTALLINE DIAMOND PLATES

Abstract: The article deals with the choice of material for the manufacture of heat sinks for high-power semiconductor devices. The advantages of using polycrystalline diamond plates for these purposes are shown. The technological difficulties of metallization formation on the surface of this material are analyzed

and the possibility of using the ion implantation method to form an adegizon sublayer based on silicon is shown. A decrease in the electrical resistance of a polycrystalline diamond-based heat sink was found after the first stage of ion implantation. The proposed design of an electrically insulating heat sink meets the technical requirements and can be used to create high-power semiconductor devices.

Keywords: polycrystalline diamond, thermal conductivity, heat- removing substrate, electrical resistance, semiconductor devices.

Введение

Обеспечение теплового режима изделий электронной техники является одним из основных факторов обеспечения надежности работы приборов. В настоящее время актуален вопрос разработки теплоотводов для мощной СВЧ электроники. Эффективное рассеивание тепла осуществляется за счет высокой теплопроводности материала теплоотвода, передающего тепло от кристалла прибора к внешней системе охлаждения электронного устройства. Применение теплоотвода позволяет существенно повысить эксплуатационные характеристики и надежность электронных устройств повышенной мощности, включая СВЧ-транзисторы и интегральные схемы.

Тепловой режим изделий электронной техники определяется электрическим режимом работы и способами крепления изделия и отвода тепла от его корпуса. При этом отвод тепла происходит за счет теплопроводности, конвекции и излучения. При правильном конструировании используется по возможности наиболее полно каждый из этих видов передачи тепла [1].

Теплоотвод – это объемная конструкция, которая выполняет задачу рассеивания тепла, выделяющегося при работе мощных полупроводниковых приборов (рис. 1).

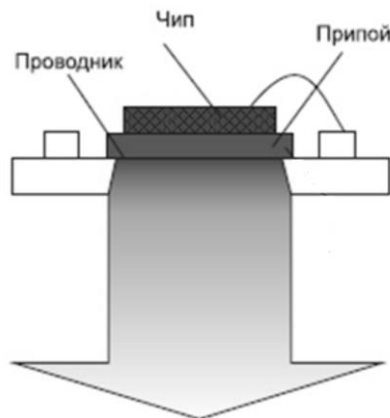


Рис. 1. Общая схема переноса тепла при использовании теплоотвода

Основное требование к материалу теплоотвода – максимальное значение теплопроводности. Помимо этого, материал должен обладать высокими электроизоляционными свойствами, для того чтобы избежать образования паразитной емкости между кристаллом и теплоотводом.

Наиболее широко в качестве электроизоляционных материалов в электронике используется керамика. Основными типами керамических материалов в электронной технике являются: керамика на основе оксида бериллия, оксида алюминия и нитрида алюминия [2].

Корундовая керамика, основой которой является оксид алюминия, обладает малыми значениями коэффициента теплопроводности, что не дает использовать ее в качестве теплоотвода.

Керамика на основе AlN также еще называется DBC-керамика (Direct Bonded Copper). Применение такой керамики снижает тепловое сопротивление вдвое [3]. Преимуществом данного вида керамики является то, что значение температурного коэффициента линейного расширения меди не сильно превышает ТКЛР керамики.

Также новым направлением является использование наноразмерных покрытий на алюминиевых подложках. Метод нанесения наноразмерного покрытия, получивший название «осаждение наноматериала с помощью микрореактора (microreactor assisted nanomaterial deposition, MAND)», заключается в осаждении малых гранул оксида цинка поверх объемных алюминия и меди. Сформированные наноструктурированные покрытия обеспечивают улучшение коэффициента теплопередачи до 10 раз.

На основе керамики из BeO в основном выполняют теплоотводы для мощных СВЧ-транзисторов. Бериллиевая керамика характеризуется малыми диэлектрическими потерями в СВЧ-диапазоне частот и высокой теплопроводностью [4].

Однако большим недостатком является токсичность производства керамики из оксида бериллия. В связи с этим разработчики ищут более экологически чистые материалы, которые не будут уступать по свойствам и теплопроводности BeO-керамике.

Более перспективным материалом является карбид кремния SiC/Si, который в литературе также называются экокерамикой. Экокерамики SiC/Si характеризуются набором разнообразных свойств, которые делают их перспективными и более рентабельными для практических приложений. Они обладают большой механической прочностью [5], противостоят окислению и коррозии, имеют малый вес. Использование их при создании корпусов радиоэлектронных модулей позволит увеличить теплоотвод за счет высокой теплопроводности данных материалов, что в свою очередь позволит избежать применения дополнительного оборудования (радиаторов и вентиляторов) для охлаждения радиоэлектронных средств. Это способствует уменьшению потребляемой энергии прибором (в случае использования принудительного охлаждения), а также минимизации его габаритов и массы.

Следует отметить, что работа SiC-полупроводниковых приборов при температуре более 200–250°C невозможна из-за значительной разницы в коэффициенте линейного расширения. Решение данной проблемы может быть найдено при использовании в качестве материала теплоотвода поликристаллического алмаза.

Поликристаллический алмаз обладает уникальными свойствами (таблица 1): крайне малые диэлектрические потери, механическая прочность, высочайшая теплопроводность, низкий коэффициент теплового расширения, а также радиационная устойчивость, которая обеспечивается широкой запрещенной зоной и прочной кристаллической решеткой.

При комнатной температуре он достигает рекордной теплопроводности 2000 Вт/(м·К), а при выращивании изотопно чистого алмаза она достигает 3300 Вт/(м·К), что делает алмаз интересным материалом для изготовления теплоотводов [6]. Алмазный теплоотвод обладает способностью рассеяния намного большей удельной тепловой мощности, чем у обычных теплоотводящих материалов, поэтому мощные полупроводниковые приборы, оснащенные алмазными теплоотводами, могут работать с повышенной полезной мощностью на выходе [7].

Таблица 1. Физические свойства материалов для теплоотводов

Физические свойства материалов теплоотводов	Бериллиевая керамика	Полиалмаз	Алюмонитридная керамика	Кремний
Ширина запрещенной зоны, эВ	6,6	5,7	7,5 – 8,0	11,7
tgδ	$2 \cdot 10^{-4}$	$0,8 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	-
λ при 300К, Вт/м·К	215	1990 – 2200	140 – 180	-
Коэффициент теплового расширения, $\times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (при 25 - 300°C)	5,5 – 8,0	1,0 – 2,5	2,65 – 3,80	2,56 – 3,86

Конструктивно теплоотвод на основании алмаза может быть выполнен по пленочной технологии. Применение алмазоподобных пленок в качестве теплоотводов значительно улучшает характеристики СВЧ-приборов. Однако возникает проблема монтажа полупроводниковых кристаллов на алмазе, ввиду низкого коэффициента теплового расширения алмаза и возникновения значительных механических напряжений в кристалле. Решением этой проблемы может быть замена алмазоподобной пленки на более прочную алмазную платину с двухслойной металлизацией.

Алмаз считается чрезвычайно химически инертным. При комнатных температурах на него не действует ни одна из сильных кислот или щелочей. Это составляет большую трудность для его обработки, травления, нанесения разных покрытий, в том числе и электрических контактов.

Все материалы по взаимодействию с алмазом делятся на 3 группы:

1. не взаимодействующие;
2. сильно растворяющие или реагирующие с углеродом;
3. образующие карбиды.

Эти свойства материалов необходимо учитывать при создании структур на алмазной подложке. Известны следующие методы обработки поверхности пластин поликристаллического алмаза:

1. шлифовка и полировка алмазными абразивами;
2. нагрев поверхности и испарение алмаза при воздействии на него лазерным излучением;
3. травление в расплавах солей и щелочей, сжигание в окислительных средах;
4. термическая обработка в контакте с металлами при высоких температурах.

Первые три способа имеют ряд существенных недостатков: большая длительность и малая скорость удаления материала (0,01-1 мкм в час) при шлифовке и травлении; графитизация тонкого поверхностного слоя алмаза при нагреве [8]. Механические методы придания поверхности алмаза требуемых параметров по плоскостности и шероховатости больше подойдут для огранки алмазов, размеры шлифуемых поверхностей которых не превышают 150 мм².

Четвертый способ основан на явлении взаимодействия и интенсивного растворения алмаза металлами при высокой температуре. Рассмотрим подробнее протекающие при этом процессы. Алмаз является нестабильной аллотропической формой углерода и при повышенных температурах переходит в графит. При контакте алмаза с железом температура такого перехода значительно снижается. На двойных диаграммах состояния металл – углерод наблюдается эвтектическое образование жидкой фазы при температуре, значительно ниже температуры плавления металла (рис. 2). При этом происходит интенсивное взаимное растворение металла и углерода.

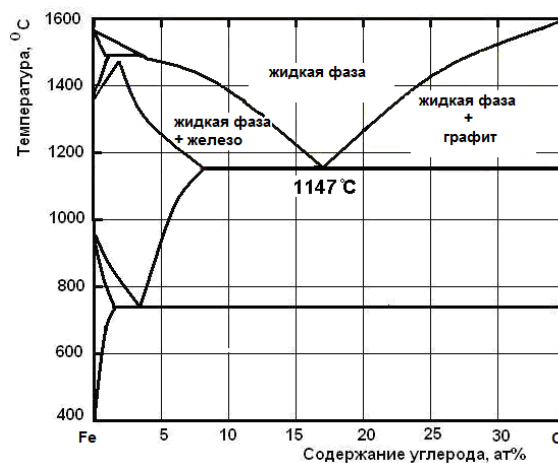


Рис. 2. Фрагмент диаграммы состояния железо – углерод

Как видно из диаграммы железо-углерод (рис. 2) процентное содержание углерода до достижения точки эвтектики падает, а после возрастает. Это обусловлено тем, что в точке эвтектики железо самопроизвольно претерпевает полиморфные превращения, последовательно переходя из одной формы кристаллического строения в другую.

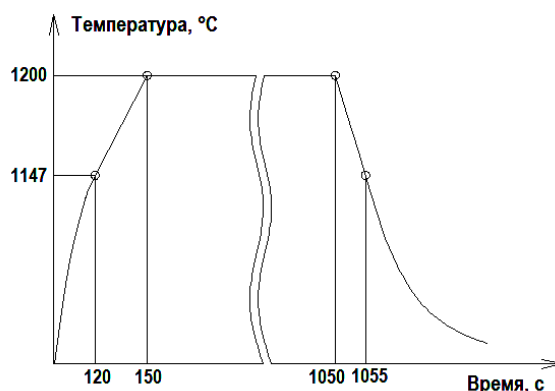


Рис. 3. Характерный температурно-временной режим процесса

На рисунке 3 приведен график изменения температуры алмазного образца толщиной 100-600 мкм с шероховатостью 10-70 мкм во время процесса термообработки. В результате проведенной обработки шероховатость поверхности снижается до 3-5 мкм. Для того чтобы получить более ровную поверхность, данный процесс следует повторить несколько раз. Следует отметить зависимость шероховатости получаемых алмазных пленок от шероховатости металлических пластин. В таблице 2 приведены результаты термохимической шлифовки в сравнении с классической механической обработкой алмазной поверхности [9].

Таблица 2. Результаты шлифовки алмазной поверхности различными способами

Метод шлифовки алмаза	Температура, °C	Скорость шлифовки, мкм/ч	Шероховатость, нм	Время термической обработки, ч
Механическая	25	0,01 – 1,0	10	-
Термическая	1150 – 1220	70 – 150	4000 – 5000	0,003 – 0,06
	1120 – 1050	10 – 20	1000 – 2000	6
	700 – 780	0,01 – 0,03	10 – 300	15

Основной технологической задачей при использовании алмаза в качестве теплоотвода является формирование на его поверхности металлических покрытий, так как алмаз имеет чрезвычайно низкую адгезию к любым материалам и не смачивается металлами. Это объясняет тем, что весь силовой электронный узел в основном подвергается термоциклированию во время обслуживания. Слои металлизации должны хорошо прилипать к алмазу, чтобы противостоять температурным градиентам и тепловым деформациям, которые широко наблюдаются в экстремальных температурных условиях. В противном случае могут возникнуть проблемы с разрывом связей, и полученный прибор выйдет из строя.

Разработаны способы, обеспечивающие хорошую адгезию к алмазу за счет воздействия высоких температур. При воздействии высокими температурами в течение длительного времени образуются карбиды металлов, что и способствует улучшению адгезии на границе алмаз/металл. Примеры таких методов:

- напыление тонких пленок металла на предварительно отожженную в атмосфере газа поверхность поликристаллического алмаза;
- нанесение на пластину из поликристаллического алмаза тугоплавких металлов в бескислородной среде при температуре 700-1200 °С в течение 5-60 минут;
- спекание паст при температуре 950 °С в течение 10 минут в потоке азота;
- вжигание металлов при температуре около 500 °С в течение суток;
- напыление металла на активированную в ВЧ плазме кислорода поверхность пластины алмаза.

Большим недостатком этих методов является воздействие на поликристаллическую пластину высокими температурами в течение длительного времени. Это приводит к деградации пластины и также ее графитизации. Кроме этого можно отметить также сложность процессов и их высокую продолжительность.

В работе [10] предложен новый способ улучшения адгезии CVD-алмаза за счет диффузии адгезива в поверхность подложки с помощью метода ионной имплантации.

Ионной имплантацией принято называть легирование тонких поверхностных слоев твердого тела путем облучения поверхности пучком высокоэнергетичных ионов. Поверхностные слои, обработанные методом ионной имплантации, характеризуются большим количеством дефектов кристаллической решетки. При взаимодействии ионов с атомами мишени происходит смещение и образуются межузельные атомы и вакансии. Если мощность ионного потока и энергия достаточно высокие, то наблюдается возникновение вакансионных кластеров.

При высоких значениях плотности дефектов в поверхностных слоях могут образовываться аморфные области, в которых плотность дефектов настолько велика, что нарушается дальний порядок. Аморфизация поверхностного слоя позволяет получить уникальные физико-механические свойства. Большое влияние на результат ионной имплантации оказывают энергия ионов и доза имплантации. При легировании высокоэнергетичными ионами радиационные дефекты образуются только в конце пробега ионов, когда ионы имеют достаточно низкую энергию. При легировании ионами низких энергий дефекты проявляются по всему пути движения иона. Таким образом, подбирая энергию, мы можем регулировать процесс дефектообразования в подложке.

Следовательно, теплоотводы из поликристаллического алмаза обладают небольшими габаритными размерами, хорошей теплопроводностью, малой электрической проводимостью. Однако имеют ряд сложностей при обработке и металлизации. В связи с этим задачей данной работы являлось разработка способа металлизации поликристаллического алмаза, обеспечивающего хорошую адгезию металла к подложке. Полученный теплоотвод должен обеспечить электрическую изоляцию от корпуса: при напряжении 1000В сила тока не должна превышать нескольких микроампер

Методы исследования.

На данный момент разработаны различные технологии металлизации поверхности алмаза, как правило, состоящие из нескольких слоев металла. Каждый слой имеет свое назначение и действует либо как адгезионный слой, диффузионный барьер, либо как поверхностный слой, улучшающий поведение смачивания припоя.

Как правило, в качестве материалов для металлизации часто используются W, Ti, Ni, Al, Au, Pt.

Можно выделить три основных класса нанесения тонких пленок:

- Механические способы. Покрытие формируется заранее и только после этого крепится к покрываемой поверхности.
- Физические способы. Покрытие формируется из газовой фазы и осаждается на поверхность.
- Химические способы. Пленка образуется в результате химической реакции и оседает на поверхность.

Для металлизации поликристаллического алмаза, как правило, используются методы термического испарения в вакууме и магнетронного распыления, который и был использован в данной работе.

Основным достоинством метода магнетронного распыления является его универсальность. Он позволяет наносить пленки любого типа проводимости, обеспечивает высокие скорости роста пленок, а также высокую чистоту и низкую пористость полученных пленок. Высокая скорость распыления, характерная для этих систем, достигается увеличением плотности ионного тока за счет локализации плазмы у распыляемой поверхности мишени с помощью сильного поперечного магнитного поля.

Последовательность технологических этапов изготовления теплоотвода включала следующие основные стадии:

1. Напыление кремния толщиной 0,75 мкм на внешнюю сторону методом магнетронного распыления.
2. Ионная имплантация атомами аргона с энергией 100 кэВ при дозе облучения 250 мкКл/см².
3. Напыление кремния толщиной 0,75 мкм на внутреннюю сторону пластины.
4. Ионная имплантация атомами аргона с энергией 100 кэВ при дозе облучения 250 мкКл/см².
5. Напыление пленок вольфрама (0,15 мкм) и никеля (0,25 мкм) методом магнетронного распыления на внешнюю сторону пластины для улучшения адгезии металлического слоя никеля к кремнию.
6. Напыление вольфрама и никеля на обратной стороне теплоотвода.
7. Пайка диода к пластине.
8. Пайка пластины к корпусу.

Результаты и их обсуждение.

При ионной имплантации повышение температуры происходит лишь локально и мгновенно, что исключает возможность перегрева всей пластины, что решает проблему графитизации поверхностного слоя (рис. 4).

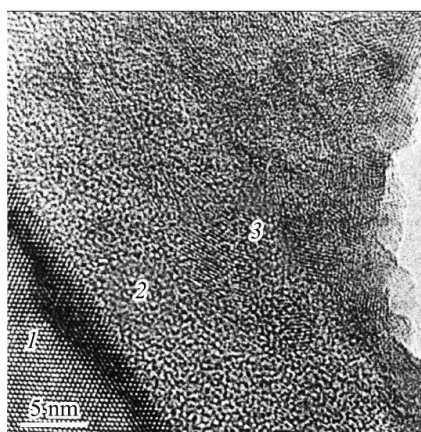


Рис. 4. Изображение границы раздела алмаз-кремний. 1 – кремний, 2 – аморфизованный слой, 3 – алмаз [11]

Готовый теплоотвод представлен на рисунке 5, а. Как видно из графика (рис. 5, б) сопротивление подложки в ходе нанесения слоев металлизации уменьшается на 3 порядка. После припаивания диода на пластину и проверки его ВАХ было выяснено, что данная погрешность находится в пределах нормы и не превышает 2 мкА. Таким образом, можно говорить о том, что полученная структура выполняет свои функции теплоотвода с электрической изоляцией.

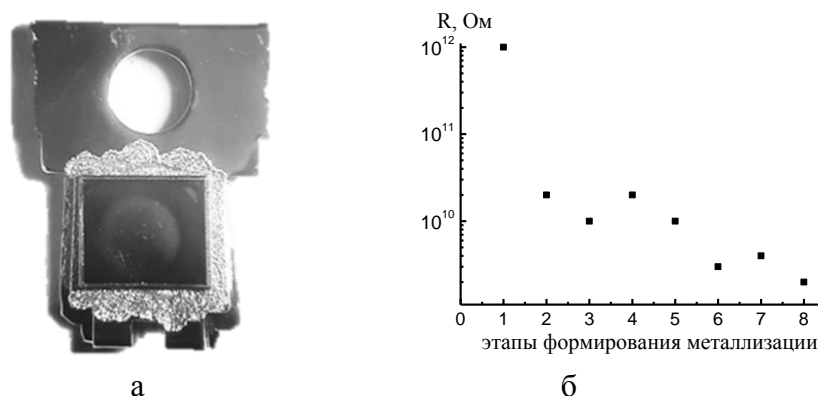


Рис. 5. Теплоотвод на основе поликристаллического алмаза (а) и зависимость сопротивления подложки на каждом этапе формирования металлизации (б).

Таким образом, полученная структура обладает электропроводностью на порядок выше по сравнению с бериллиевой керамикой, но не уступает ей по теплопроводности. Эффект снижения электрического сопротивления теплоотвода на этапе нанесения кремния требует дальнейшего изучения и может быть устранен путем более длительной откачки вакуумной камеры для более глубокого вакуума и использованием более плотно прилегающих масок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышев А. А., Иванов В. И., Аксенов А. И., Глушкова Д. Н. Обеспечение тепловых режимов изделий электронной техники. М.: Энергия, 1980. 216 с.
2. Часнык В. И. Применение высокотеплопроводной керамики из нитрида алюминия в вакуумных электронных приборах СВЧ // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2013. № 4. С. 8-12.
3. Исламгазина Л. Применение различных материалов обеспечивающих оптимальные тепловые режимы силовых полупроводниковых приборов // Силовая электроника. 2005. № 3. С. 96-99.
4. Заенчковский П. В., Макаров О. Ю. Перспективы применения керамических материалов в радиоэлектронной промышленности // Вестник Воронежского государственного университета. 2009. № 7. С. 47-50.
5. Парфеньева Л. С., Орлова Т. С., Картенко Н. Ф. Теплопроводность биоморфного композита SiC/Si – новой экокерамики канального типа // Физика твердого тела. 2005. № 7. С. 1175-1179.
6. Хмельницкий Р. А., Талипов Н. Х., Чучева Г. В. Синтетический алмаз для электроники и оптики. М.: Издательство ИКАР, 2017. 228 с.
7. Ланин В., Телеш Е. Алмазные теплоотводы для изделий электроники повышенной мощности // Силовая электроника. 2008. № 3. С. 120-124.
8. Мальцев П. П. и др. Алмазные наноструктуры для теплоотводов СВЧ полупроводниковой электроники // Российские нанотехнологии. 2016. №7-8. С. 82-88.
9. Ратникова А. К. Теплоотводящие подложки на основе поликристаллического CVD-алмаза // Электронная техника. 2011. № 3. С. 76-86.
10. Духновский М. П., Крысов Г. А., Ратникова А. К. Металлизация пластин из искусственного CVD-алмаза // Электронная техника. 2008. №1. С. 3-7.
11. Клоков А. Ю., Аминев Д. Ф., Шарков А. И., Ральченко В. Г., Галкина Т. И. Тепловые параметры слоев и границ раздела в структурах кремний на алмазе // Физика твердого тела. 2008. № 12. С. 2167-2173.

УДК 66.084.8

А. В. Шибашов, Е. Ю. Сокерина

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОРБЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ КАПИЛЛЯРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДНУЮ СМОЛУ

Аннотация: В работе изучена сорбционная способность капиллярных материалов до и после образования мочевиноформальдегидной смолы в них. Исследовано влияние времени обработки материала в запарной камере на показатель капиллярности материала. Определено оптимальное время пропитки материала раствором предконденсатов мочевиноформальдегидной смолы в условиях ультразвукового воздействия.

Ключевые слова: мочевиноформальдегидная смола, ультразвук, сорбционная способность, капиллярность, предконденсаты, смолообразование, термофиксация.

A. V. Shibashov, E. Yu. Sokerina

THE IMPACT OF ULTRASOUND EFFECT ON CAPILLARY MATERIALS SORPTION CAPACITY, WHICH CONTAIN UREA-FORMALDEHYDE RESIN

Abstract: The work studied the sorption capacity of capillary materials before and after the formation of urea-formaldehyde resin in them. The effect of the treatment time of the material in the ignition chamber on the capillary index of the material has been investigated. Optimum time of impregnation of material with solution of pre-condensates of urea-formaldehyde resin under conditions of ultrasonic effect is determined.

Keywords: Urea-formaldehyde resin, ultrasound, sorption, capillarity, pre-condensates, resin formation, thermal fixation.

Перспективным является использование ультразвука в процессах образования полимеров различной природы, в частности материалов, являющихся продуктами конденсации карбамида с формальдегидом. Такие вещества широко используются для получения капсулированных удобрений полимеров и смол, которые, замедляя выделение питательных веществ, не сохраняются в почве в неизменном виде, а постепенно под действием физико-химических и биологических процессов становятся в какой-то мере источником питательных элементов или разрушаются [2].

Для эффективного растворения капсулированных гранул необходимо, чтобы оболочка обладала хорошей сорбционной способностью по отношению к влаге. Мочевиноформальдегидные смолы представляют собой смолообразные продукты конденсации формальдегида с мочевиной или её производными, которые относятся к терморезактивным смолам, то есть веществам, конденсация которых инициируется под действием повышенной температуры. Гидрофильность полимерных пленок определяется молекулярным весом и строением продуктов конденсации карбамида с формальдегидом, содержанием в продуктах конденсации метилольных групп, обуславливающих гидрофильность, и свойствами капсулирующей смолы [1]. Актуальным является исследование изменения капиллярных свойств материалов, покрытых пленкой мочевиноформальдегидной смолы.

Для оценки поглотительной способности капиллярных материалов по отношению к жидким средам была проведена предварительная подготовка образцов исследуемого

материала, которая заключалась в удалении шлихты, предварительно нанесенной на материал в процессе его изготовления.

С этой целью образцы материала обрабатывали окислительным составом, содержащим пероксид водорода, который разрушает защитную пленку шлихты. Материал обрабатывали раствором в течении двух минут при температуре 20°C, а затем образцы отжимали и помещали в запарную камеру, где поддерживалась постоянная температура 102°C. Схема камеры изображена на рисунке 1.

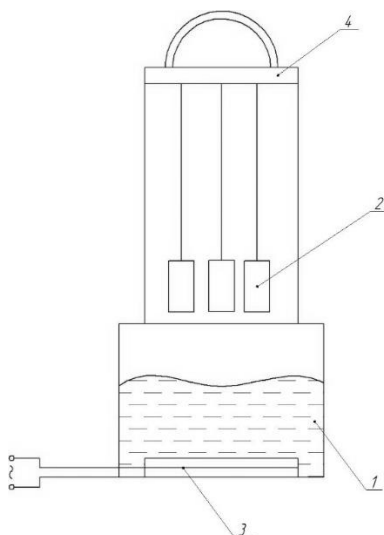


Рис. 1. Схема запарной камеры:

- 1 – ёмкость с кипящей водой; 2 – образцы материала, завернутые в рулон;
3 – нагревательный элемент; 4 – крышка

Образцы материала подвергали запариванию в течение 15-60 минут, а затем извлекали, высушивали и определяли сорбционную способность по отношению к окрашенной жидкости путём измерения высоты столба подъёма этой жидкости по высоте материала. Экспериментальные данные измерения высоты столба жидкости представлены в таблице 1.

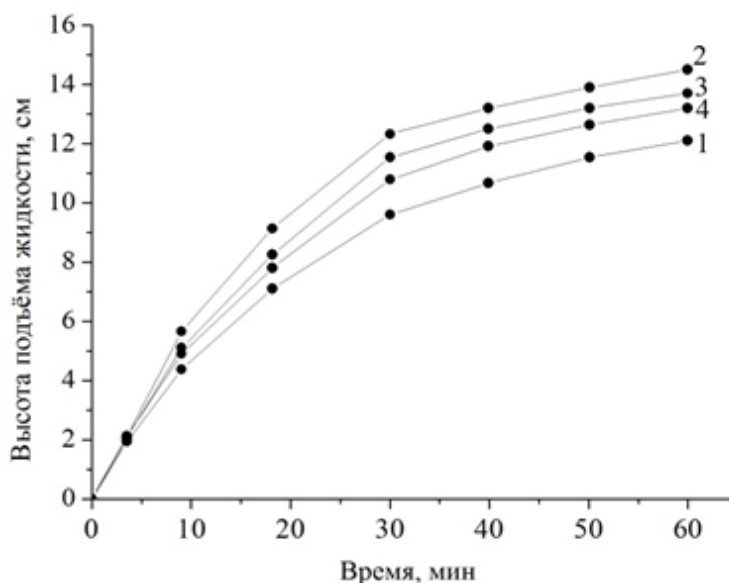
Таблица 1. Капиллярность образцов материала

Время измерения капиллярности, мин	Капиллярность, см			
	Время запаривания 15 мин	Время запаривания 30 мин	Время запаривания 45 мин	Время запаривания 60 мин
0	0	0	0	0
5	1,2	1,7	1,8	1,7
10	4,5	5,2	4,9	4,9
20	7,1	8,2	7,9	7,8
30	9,6	12,5	11,4	11,2
40	10	13,2	12,5	12
50	11,4	13,9	12,8	12,9
60	12,1	14,5	13,4	13,2

Сравнивая значения капиллярности для образцов, прошедших термообработку паром в течение 15, 30, 45 и 60 минут, можно сказать, что наименьшая высота подъёма жидкости наблюдается у образца, обработанного в запарной камере в течение 15 минут, а наибольшая – у образцов, обработанных в течение 30 минут. А у образцов, обработанных в запарной

камере в течение 45 и 60 минут капиллярность имеет очень близкие значения. В связи, с чем принимаем оптимальное время обработки паром 35-40 минут, чтобы исключить погрешности измерения высоты столба жидкости в материале.

Анализируя данные графика на рисунке 2, можно сделать вывод, что капиллярность каждого из образцов увеличивается с течением времени. Причем наиболее резкое возрастание капиллярности происходит, вплоть до 40 минут измерения, в дальнейшем капиллярность меняется незначительно до 60 минут измерений высоты подъема жидкости. Поэтому не целесообразно проводить измерения капиллярности материала дольше 40 минут.



1 – 15 минут; 2 – 30 минут; 3 – 45 минут; 4 – 60 минут

Рис. 2. Капиллярность образцов материала

Для оценки сорбционной способности материалов содержащих мочевиноформальдегидную смолу была проведена серия опытов, в которых исследовалось влияние времени обработки образцов материала раствором предконденсатов мочевиноформальдегидной смолы в условиях ультразвукового воздействия.

Предварительно подготовленные образцы пропитывались раствором, содержащим 100,5 г предконденсатов в 500 мл воды, в течение 5, 10, 15 и 20 минут в условиях низкочастотного ультразвукового воздействия мощностью 15 Вт.

В дальнейшем образцы высушивались до постоянной массы при температуре 80°C. Термофиксацию смолы в образцах проводили при температуре 150°C в течение 10 минут. А затем проводилось измерение капиллярности обработанных образцов, содержащих мочевиноформальдегидную смолу.

Методика измерения капиллярности заключается в следующем: образцы материала размером 30x5 см по основе подвешивают за один конец над поверхностью окрашенного раствора (раствор бихромата калия 3 г/л), а другой опускают в раствор. Высоту подъема жидкости отсчитывают по линейке через 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 минут.

Скорость впитывания жидкости материалом может быть определена по уравнению:

$$L = k\sqrt{\tau}$$

где L – высота подъема жидкости, мм; τ – время подъема жидкости, с; k – коэффициент скорости, характерный для каждого материала.

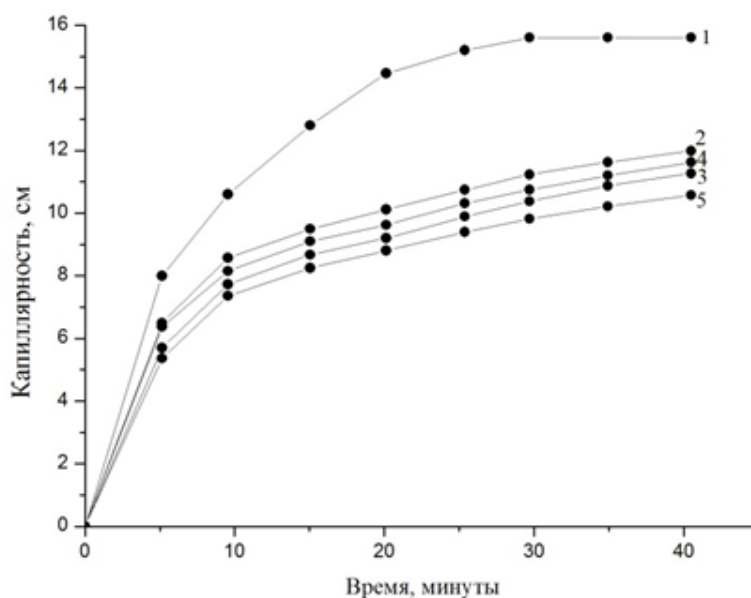
Экспериментальные данные измерения высоты столба жидкости обработанных образцов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Капиллярность материала содержащего мочевиноформальдегидную смолу

Время измерения капиллярности, мин	Капиллярность, см				
	10 минут без УЗ обработки	10 минут с УЗ обработкой	15 минут с УЗ обработкой	20 минут с УЗ обработкой	30 минут с УЗ обработкой
0	0	0	0	0	0
5	8	6,5	5,7	6,7	5,7
10	10,6	7,2	8,1	8,2	8
15	12,8	9	8,8	8,8	8,3
20	14,5	9,3	9,2	9,2	8,8
25	15,2	9,6	10	9,7	9,4
30	15,6	10,3	10,7	11	10,1
35	15,6	11,4	11,4	11,2	10,5
40	15,6	12,3	11,9	12	10,8

Согласно данным графика на рисунке 3 наибольшее значение капиллярности 15,6 см достигается для образца, пропитанного без ультразвукового воздействия. Самое низкое значение капиллярности имеет образец прошедший пропитку в течение 30 минут в условиях ультразвукового воздействия. Для образцов, пропитанных в течение 10, 15 и 20 минут капиллярность достигает близких значений, приблизительно 10-11 см.

Исходя из полученных результатов измерения капиллярности образцов материала, пропитанных в условиях ультразвукового воздействия, можно сделать вывод, что оптимальное время пропитки составляет 15 минут под действием ультразвука. Более длительная пропитка не целесообразна в связи с незначительным уменьшением капиллярности до 10,1 см за 30 минут измерений.



1 – без УЗ; 2 – 10 минут; 3 – 15 минут; 4 – 20 минут; 5 – 30 минут

Рис. 3. Капиллярность образцов материала содержащих смолу

Изменение коэффициента скорости впитывания жидкости капиллярным материалом с течением времени представлены в таблице 3.

Таблица 3. Коэффициент скорости впитывания

Время, мин	Коэффициент скорости k , мм/с ^{0,5}				
	10 минут без УЗ обработки	10 минут с УЗ обработкой	15 минут с УЗ обработкой	20 минут с УЗ обработкой	30 минут с УЗ обработкой
5	3,58	2,91	2,55	3,0	2,55
10	3,35	2,28	2,56	2,59	2,53
15	3,31	2,32	2,27	2,27	2,14
20	3,24	2,08	2,06	2,06	1,97
25	3,04	1,92	2,0	1,94	1,88
30	2,85	1,88	1,95	2,01	1,84
35	2,64	1,93	1,93	1,89	1,77
40	2,47	1,95	1,88	1,90	1,71

Сравнивая значения коэффициента скорости впитывания влаги образцами материала, содержащего мочевиноформальдегидную смолу, можно сделать вывод, что на изменение поглотительной способности влияет только ультразвуковая обработка в процессе пропитки материала раствором предконденсатов. Длительность обработки практически не оказывает влияния на коэффициент скорости впитывания влаги, согласно данных таблицы 3 значения k очень близки для каждого времени ультразвуковой обработки. Коэффициент скорости впитывания примерно в 1,5 раза больше для образцов, пропитанных без ультразвукового воздействия, однако влагопоглотительная способность материала пропитанного с использованием ультразвука остается на высоком уровне $k = 1,7 - 1,95$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучерявый В.И. Синтез и применение карбамида / В.И. Кучерявый, В.В. Лебедев, Л.: Химия – 1970. – 488с.
2. Овчинников Л.Н. Капсулирование минеральных удобрений во взвешенном слое / Л.Н. Овчинников, А.Г. Липин, Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2011. – 141 с. УДК 544.588

Т. Г. Шикова, Д. П. Василькин, В. П. Волкова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТА МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПО ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНОК ПОЛИПРОПИЛЕНА, ОБРАБОТАННЫХ В ПОСЛЕСВЕЧЕНИИ РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Аннотация: пленки полипропилена обрабатывались в потоковом послесвечении плазмы атмосферного давления в аргоне, кислороде и их смеси. При этом плазма контактировала с окружающим воздухом. Из-за небольших размеров плазмы, модифицированию подверглась лишь небольшие участки на исследуемых образцах. С помощью измерения краевых углов смачивания водой и ИК-спектроскопии были выполнены оценки размеров области на поверхности полимеров с измененными свойствами.

Ключевые слова: плазма атмосферного давления, аргон, кислород, полипропилен, модифицирование полимеров, краевой угол смачивания, ИК-спектроскопия.

T. G. Shikova, D. P. Vasilkin, V. P. Volkova

DISTRIBUTION THE MODIFICATION EFFECT ALONG POLYPROPYLENE FILMS SURFACE TREATED BY ATMOSPHERIC PRESSURE GLOW DISCHARGE AFTERGLOW

Abstract: polypropylene films were treated by atmospheric pressure glow discharge afterglow in argon, oxygen and its mixture. At the same time there is a contact between plasma and ambient air. Due to small dimensions of plasma only small area onto polymers was modified. Modification area size on polymers were estimated due to experimental data of contact angle measurements and FTIR-spectroscopy.

Keywords: atmospheric pressure plasma, argon, oxygen, polypropylene, polymer modification, contact angle measurements, FTIR-spectroscopy.

Введение

Неравновесная плазма при пониженном или атмосферном давлении является эффективным инструментом модифицирования свойств поверхности синтетических и натуральных полимерных материалов. Модифицирование полимеров с использованием плазмы атмосферного давления имеет ряд преимуществ перед плазмой пониженного давления: отсутствие вакуумной системы, упрощение систем охлаждения, увеличение скорости протекания целевого процесса модифицирования, сокращение энергозатрат. Однако, для плазмы атмосферного давления характерна малая обрабатываемая площадь образца, что связано с малыми размерами разряда, то есть области, в которой происходит генерация активных частиц, взаимодействующих с полимером. Это приводит к неравномерности достигаемого эффекта по поверхности образца [1-5]. Отметим, что неравномерность эффекта модифицирования образцов большой площади наблюдается и при обработке в плазме пониженного давления [6].

Целью настоящей работы было исследование влияния вида и скорости потока плазмообразующего газа на размеры модифицированной области при обработке пленок полипропилена (ПП) в послесвечении разряда атмосферного давления в аргоне, кислороде и их смесях.

Методика эксперимента

Полимер обрабатывали на установке, схема которой представлена в работе [7]. В экспериментах использовали пленку изотактического полипропилена толщиной 30 мкм. Образцы полимера с размерами 3×5 см² размещали перпендикулярно потоку газа ниже разряда на расстоянии 7 мм от катода. Образцы обрабатывали в течение 30 с, при линейной скорости потока газа 24 и 105 м/с. Сила тока разряда составляла 15 мА. В качестве плазмообразующего газа использовали аргон, кислород и их смесь. Схема эксперимента для определения размеров модифицированной области на поверхности ПП, обработанного в послесвечении плазмы атмосферного давления, представлена на рис. 1. Исследования обработанных образцов проводились на участках, отвечающих точкам 0 мм, $\pm X_1 = (4 \pm 1)$ мм, $\pm X_2 = (8 \pm 1)$ мм, $\pm X_3 = (12 \pm 1)$ мм.

Углы смачивания поверхности образцов дистиллированной водой определяли по фотографиям капель, которые обрабатывали в программе "ImageJ". Состав поверхности полимера исследовали методом инфракрасной спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения на спектрофотометре "Avatar 360 FT-IR ESP" с разрешением 2 см⁻¹. В качестве элемента МНПВО использовали призму из кристаллического селенида цинка. Угол падения луча на границу раздела сред составлял 42° , число отражений – 1.

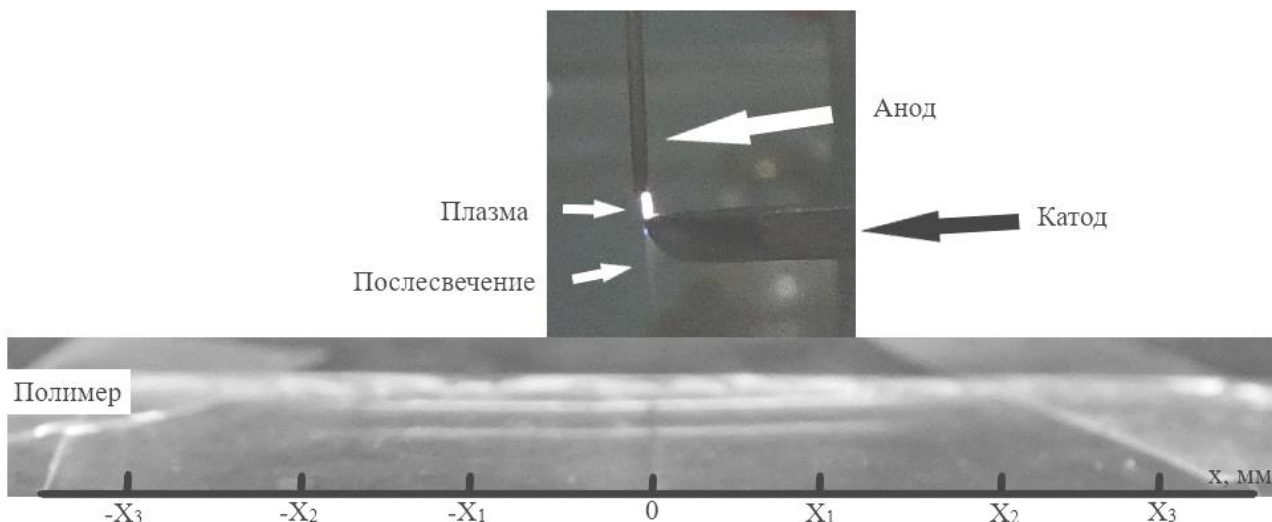


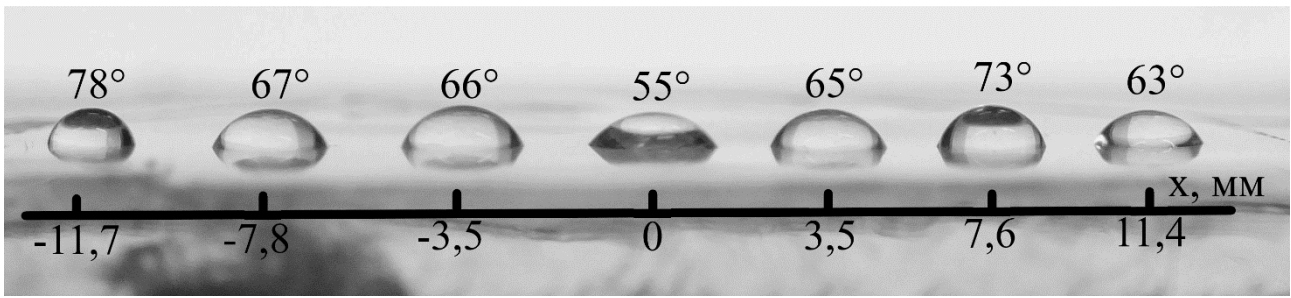
Рис. 1. Схема эксперимента по обработке пленки полипропилена шириной 30 мм ($X_1=(4\pm 1)$ мм, $X_2=(8\pm 1)$ мм, $X_3=(12\pm 1)$ мм) в послесвечении плазмы атмосферного давления (диаметр плазмы $350\div 440$ мкм).

Экспериментальные результаты

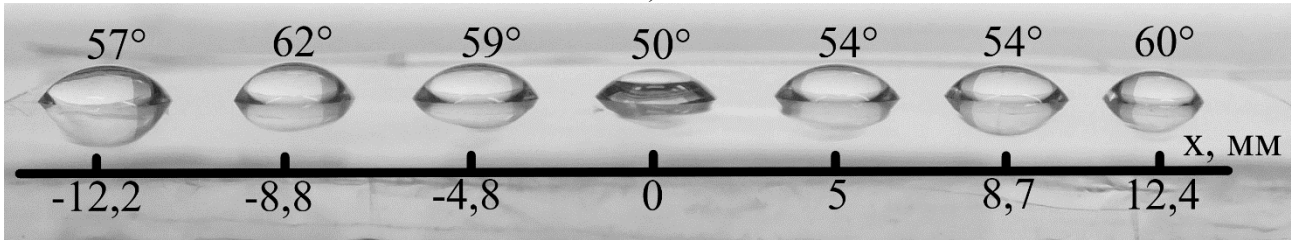
Измерение краевых углов смачивания по ширине пленки ПП показало, что минимальные значения наблюдаются в центре образца под электродом (рис. 2). К краям образца значения углов увеличиваются.

На рис. 3 представлены усредненные результаты измерений для образцов, обработанных в разных плазмообразующих газах при двух скоростях потока газа 24 и 105 м/с. Влияние вида плазмообразующего газа на распределение краевых углов смачивания по поверхности полимера в большей степени выражено для скорости потока 24 м/с. Равномерность обработки пленки увеличивается от аргона к кислороду. Обработка полимера при скорости потока газа 105 м/с приводит к более низким значениям краевых углов смачивания; достигаемые результаты слабо зависят от вида газа. Несмотря на то, что максимальный эффект улучшения смачиваемости наблюдается в центре образца, значения краевых углов смачивания по всей ширине полимера ниже значений для исходного образца.

Улучшение смачиваемости образца происходит в результате воздействия активных частиц плазмы на поверхность полимера. Концентрация этих частиц, генерируемых в зоне плазмы и переносимых к поверхности образца потоком газа или диффузией, максимальна под электродом. Это и обеспечивает более высокую гидрофильность образца в данной зоне. Диффузия активных частиц плазмы не только по направлению потока газа, но и по ширине пленки вдоль координаты X приводит к тому, что эффект модифицирования в разной степени наблюдается фактически по всей ширине образца. Изменение состава и скорости потока плазмообразующего газа могут приводить к изменению скоростей образования и гибели активных частиц, влиять на скорость их диффузии. Этому будет посвящено дальнейшее исследование зависимости свойств разряда атмосферного давления от различных факторов. Наблюдаемые различия для двух скоростей потоков могут быть также обусловлены разным режимом течения газа: при 24 м/с – ламинарный, при 105 м/с – турбулентный.



а)



б)

Рис. 2. Фотографии капель на пленках полипропилена, обработанных в смеси Ar /O₂ (75/25 %). Скорость потока газа а) – 24 м/с, б) – 105 м/с.

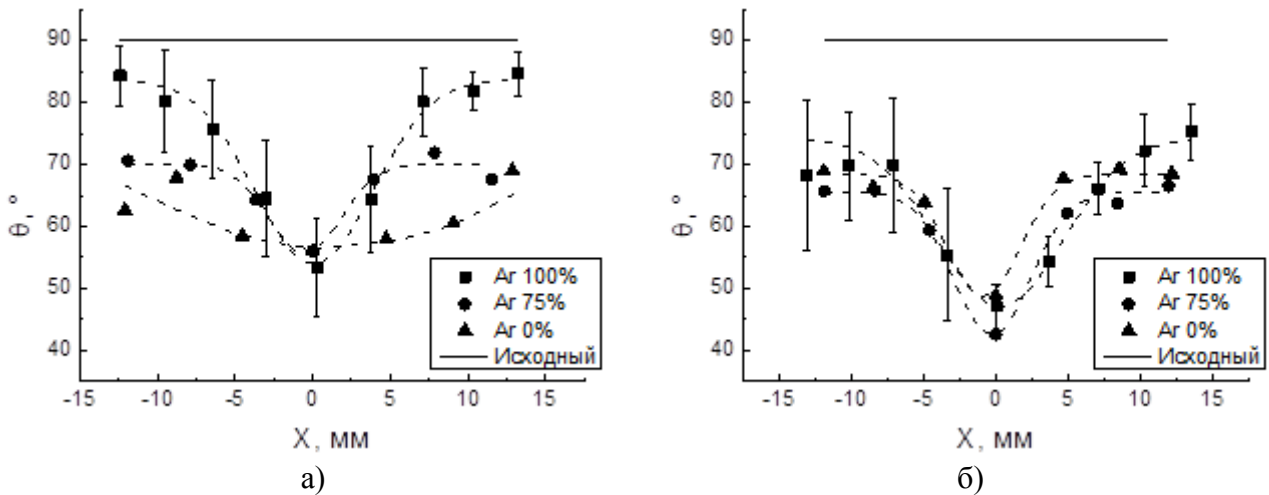


Рис. 3. Распределение краевых углов смачивания по ширине образца:
а) скорость потока газа 24 м/с, б) скорость потока газа 105 м/с

В таблице предложены размеры области модифицирования (d), исходя из данных по краевым углам смачивания. Размеры областей выбраны для случаев удовлетворительного изменения углов ($\Delta\theta \geq 20^\circ$).

Таблица. Размеры области модифицирования пленок ПП (d, мм)

Скорость потока газа	Состав плазмообразующего газа		
	Ar	Ar/O ₂ (75/25 %)	O ₂
24 м/с	±6	±12,5	±12,5
105 м/с	±10	±12,5	±12,5

Исследование состава поверхности пленок ПП методом ИК НПВО показало, что обработка пленок ПП в послесвечении разряда в аргоне, кислороде и их смесях приводит к образованию карбонильных ($1580-1800\text{ см}^{-1}$) и гидроксильных групп ($3100-3500\text{ см}^{-1}$) (рис. 4).

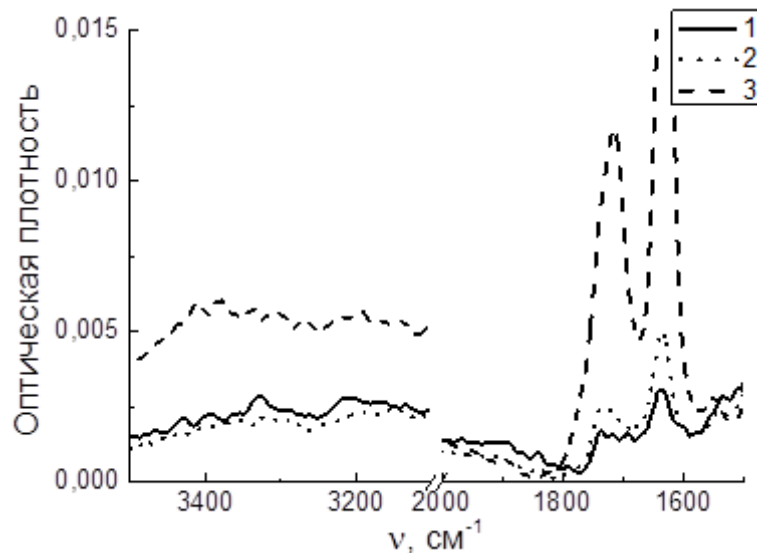
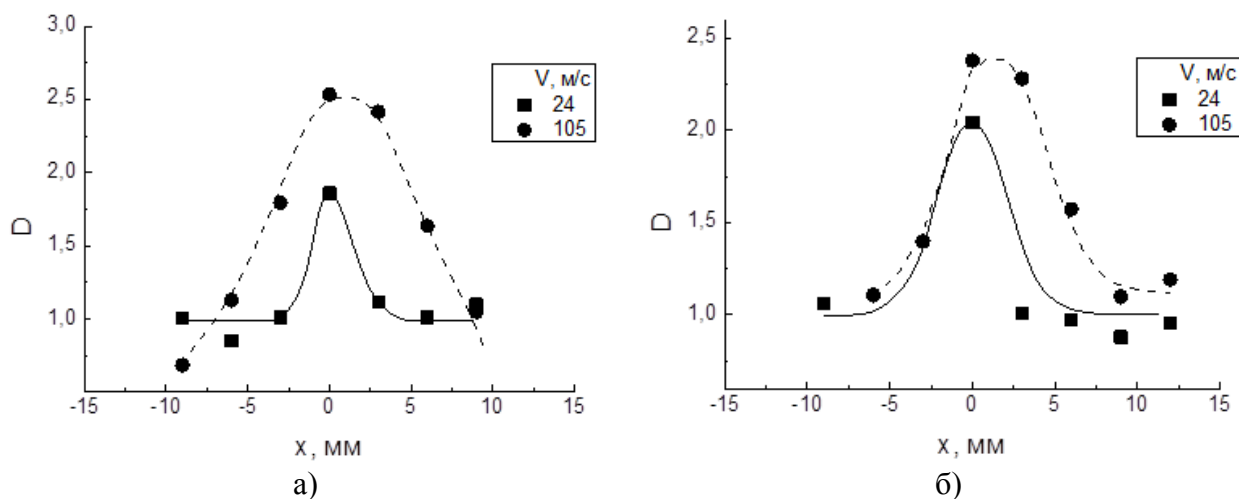


Рис 4. ИК-спектры пленок ПП исходных (1) и обработанных в послесвечении разряда аргона (2) и смеси Ar/O_2 (75/25 %) (3). Скорость потока 24 м/с.

На рис. 5 приведены оптические плотности, измеренные в области колебания связи $\text{O}-\text{H}$ (3209 см^{-1}) и $\text{C}=\text{O}$ ($1709, 1637\text{ см}^{-1}$), отнесенные к оптической плотности на волновом числе 2838 см^{-1} (максимум полосы поглощения, которая обусловлена валентными колебаниями связи $\text{C}-\text{H}$ в CH_2 -группах полимера) и приведенные к исходному образцу. Для обработки полимера использовали разряд в аргоне при скоростях потока газа 24 и 105 м/с.



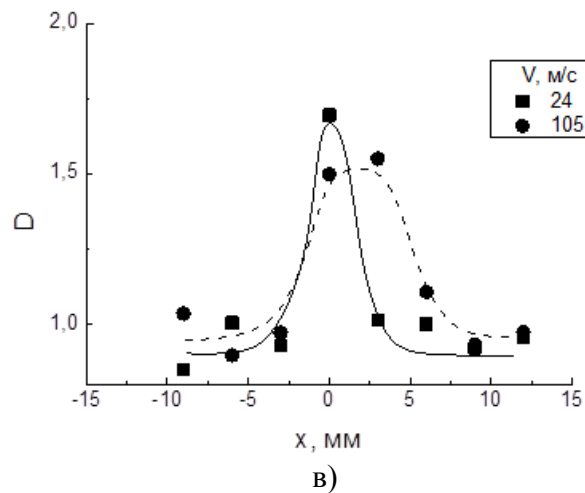


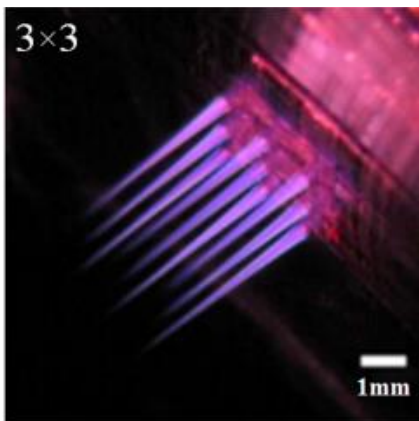
Рис. 5. Приведенные оптические плотности в максимумах полос, отвечающих волновым числам 1637 (а), 1720 (б) и 3200 см⁻¹ (в). Плазмообразующий газ аргон.

Распределение концентрации этих групп по ширине образца аналогично распределению краевых углов смачивания. Максимальное содержание новых функциональных групп отмечается в центре образца, расположенном под электродом, и уменьшается к краям полимера.

При скорости потока аргона 105 м/с, в целом, наблюдается более высокая концентрация кислородсодержащих функциональных групп и более широкая область модифицирования.

Таким образом, при проведении модифицирования полимеров с использованием разрядов атмосферного давления необходимо учитывать ограниченность зоны обработки и, вследствие этого, неравномерность целевого эффекта по поверхности образца.

Одним из способов решения этой проблемы является объединение нескольких плазменных источников, что приводит к увеличению одновременно обрабатываемой площади образца (рис. 6).



а)



б)

Рис. 6. Девять источников (а) [9] и семь источников (б) [2] плазмы атмосферного давления, объединенные в единую матрицу, для увеличения площади обработки.

СПИСОК ЛИТРЕРАТУРЫ

1. Castro A.H.R., Hein L.R.O., Kostov K.G., Nishime T.M.C., Toth A. // Applied Surface Science. 2014. V. 314. P. 367-375.
2. Fanelli F., Fracassi F. // Surface & Coatings Technology. 2017. V. 322. P. 174-201.

3. Fricke K., Schroder K., Steffen H., Weltmann K.-D., von Woedtke T. // Plasma Processes and Polymers. 2011. V. 8. № 1. P. 51-58.
4. Bussiahn R., Fricke K., Schroder K., Tresp H., Weltmann K.-D., von Woedtke T. // Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2012. V. 32. № 4. P. 801-816.
5. Barankin M.D., Gonzales E., Guschl P.C., Hicks R.F. // Langmuir. 2008. V. 24. № 21. P. 12636-12643.
6. Kuzmicheva L.A., Shikova T.G., Smirnov S.A., Titov V.A., Vasilkin D.P. // Journal of Physics: Conference Series. 2017. V. 789. № 1. P. 012068.
7. Khomyakova N.S., Shikova T.G., Smirnov S.A., Titov V.A., Vasilkin D.P. // Journal of Physics: Conference Series. 2017. V. 927. № 1. P. 012072.
8. Dorai R.A., Kushner M.J. // Journal of Physics D: Applied Physics. 2003. V. 36. № 6. P. 666-685.
9. Cho J.H., Eden J.G., Park C.-H., Park S.-J., Sun P.P. // IEEE Transactions on Plasma Science. 2012. V. 40. № 1. P. 2946-2950.

УДК 544.588

Т. Г. Шикова, О. В. Крапивкина

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ В ПЛАЗМЕ АРГОНА И ЕГО СМЕСЕЙ С КИСЛОРОДОМ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ПЭТФ

Аннотация: приведены результаты исследования химического состава и смачиваемости поверхности пленок полиэтилентерефталата (ПЭТФ) после обработки в положительном столбе разряда в аргоне, кислороде и их смесях. Показано, что воздействие плазмы приводит к разрушению эфирных групп в полимере и образованию новых связей O–H, C=O, C–O. Использование плазмы пониженного давления смеси Ar – O₂ с концентрацией кислорода не более 10% позволяет значительно улучшить смачиваемость поверхности ПЭТФ, не приводя при этом к заметному травлению полимера.

Ключевые слова: плазма, модифицирование полимеров, полиэтилентерефталат, ПЭТФ, смачиваемость, ИК спектроскопия

T. G. Shikova, O. V. Krapivkina

THE EFFECT OF ARGON AND ARGON-OXYGEN PLASMA TREATMENT ON SURFACE CHARACTERISTICS OF PET FILMS

Abstract: the results concerning both chemical composition and wettability of poly-ethylene terephthalate (PET) films after the treatment in the positive column of dc glow discharge in argon and argon-oxygen mixtures were discussed. It was shown that plasma processing causes the destruction of ester groups as well as results in the formation of new bonds, such as O-H, C=O and C-O. The use of Ar-O₂ gas mixtures with the oxygen fraction below 10% allowed one to achieve the sufficient improvement in the wettability of PET film surface without the noticeable polymer etching.

Keywords: plasma, polymer modification, poly-ethylene terephthalate (PET), wettability, IR-spectroscopy.

Введение

Неравновесная плазма представляет значительный интерес как источник активных частиц для модифицирования поверхности полимерных материалов с целью повышения гидрофильности, придания адгезионных свойств, регулирования транспортных характеристик мембран, улучшения биосовместимости изделий из полимеров. Использование для этих целей разрядов в химически активных газах, таких как кислород, CO_2 , воздух, приводит к достаточно высоким скоростям деструкции полимеров. Уменьшение содержания активного газа за счет введения инертного газа позволит снизить скорость травления материала, но вместе с тем сохранит условия для окисления поверхности образца. Целью настоящей работы было исследование влияния обработки в плазме аргона и его смесей с кислородом на химический состав и смачиваемость поверхности пленок ПЭТФ.

Методика эксперимента

Образцы пленки полиэтилентерефталата (ПЭТФ) толщиной 60 мкм размещали в виде кольца по образующей на внутренней поверхности стеклянного реактора диаметром 3 см в зоне положительного столба разряда в аргоне, кислороде и их смесях. Плотное прилегание образца к стенке достигалось за счет упругости материала. Тлеющий разряд постоянного тока зажигали при давлении плазмообразующего газа 100 Па и токе 80 мА.

Химический состав поверхностного слоя 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} .

Об изменении гидрофильности пленок после обработки судили по изменению контактного угла смачивания дистиллированной водой. Для этого исследуемый образец помещали на предметный столик. На поверхность образца с помощью пипетки наносили каплю воды. После регистрации изображения веб-камерой, подключенной к компьютеру, с помощью программы ImageJ, определяли значения контактного угла.

Скорость убыли массы определяли путем периодического взвешивания образца до и после обработки. Время обработки полимера при исследовании химического состава поверхности и проведении гравиметрических измерений составляло 300 с.

Экспериментальные результаты

Обработка пленок ПЭТФ в плазме пониженного давления в аргоне, кислороде и смесях этих газов приводит к изменению состава поверхностного слоя полимера. Исследование ИК спектров НПВО образцов до и после обработки в плазме проводили в области колебаний связей O–H (3300 см^{-1}), C=O ($1712, 1680 \text{ см}^{-1}$), C–O (1018 см^{-1}) (рис.1). Отметим, что использование ИК спектроскопии для определения изменений в составе поверхностного слоя пленок ПЭТФ, обработанных в плазме, имеет ряд трудностей, так как в некоторых областях спектра эти изменения малы по сравнению с исходным образцом.

Воздействие плазмы аргона приводит к уменьшению поглощения в области $1725 - 1710 \text{ см}^{-1}$ и 1018 см^{-1} , что говорит о разрушении эфирных связей в полимере, и к росту поглощения в областях $3400 - 3200 \text{ см}^{-1}$, $1700 - 1680 \text{ см}^{-1}$, что обусловлено образованием связей O–H и связей C=O в новых, отличных от эфирных, группах – карбоксильной или альдегидной. В таблице 1 приведены результаты измерений оптических плотностей на отмеченных выше волновых числах, отнесенные к оптической плотности на волновом числе 871 см^{-1} , соответствующем максимуму полосы поглощения, которая обусловлена деформационными колебаниями связи C–H в бензольном кольце. Полученные отношения приведены к исходному образцу.

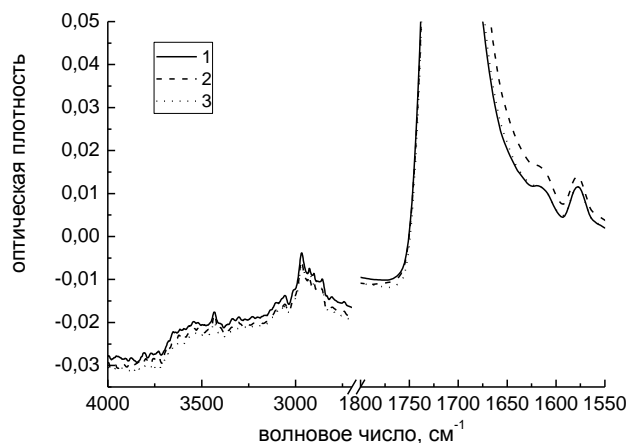


Рис. 1. ИК спектр пленок ПЭТФ: 1) исходный образец, 2) обработан в плазме Ar, 3) обработан в плазме Ar/O₂ (70/30 %)

Таблица 1. Относительные оптические плотности в зависимости от состава плазмообразующего газа

Содержание кислорода в смеси, %	D ₃₃₀₀ /D ₈₇₁	D ₁₇₁₂ /D ₈₇₁	D ₁₆₈₀ /D ₈₇₁	D ₁₀₁₈ /D ₈₇₁
0	1,36	0,95	1,12	0,96
20	1,24	0,95	1,12	0,95
30	1,24	0,98	0,98	1,00
70	1,20	1,02	0,80	1,02
100	0,93	1,02	1,04	0,99

При добавлении к аргону кислорода и увеличению его содержания в смеси наблюдается рост концентрации связей C=O в составе эфирных групп (1712 см⁻¹) и снижение концентрации гидроксильных (3300 см⁻¹), карбоксильных/альдегидных групп (1680 см⁻¹). При обработке в чистом кислороде изменения в составе поверхностного слоя полимера по сравнению с исходным образцом незначительны.

При обработке образца в плазме аргона основными активными частицами, способными инициировать деструкцию и модифицирование полимера, являются кванты УФ излучения с длиной волны 104,8 и 106,7 нм, метастабильные атомы аргона, которые дезактивируются на поверхности, и положительные ионы. Воздействие на образец ВУФ излучения разряда в аргоне приводит к процессам, аналогичным фотодеструкции полимеров. В пленках ПЭТФ наблюдается разрушение эфирных связей, образование различных радикалов и новых функциональных групп, одними из которых являются концевые карбоксильные группы [2].

В смеси аргон – кислород по месту разрыва связей может присоединяться атомарный или молекулярный кислород, в результате чего образуются новые кислородсодержащие связи C=O, O–H, C–O. Как и в плазме аргона инициировать этот процесс может УФ излучение. Оценки плотностей потоков активных частиц плазмы смеси аргон-кислород на стенку реактора были выполнены в работе [1]. Данные расчетов показывают, что при добавлении к аргону кислорода и с увеличением его содержания в смеси поток УФ излучения атомов аргона и кислорода на поверхность образца падает, а потоки атомарного и молекулярного кислорода растут. Совпадение качественного характера зависимостей потока УФ квантов и концентрации эфирных групп в полимере от состава газа позволяет

предположить, что разрушение этих групп происходит под действием УФ излучения. Снижение потока этого излучения с ростом содержания кислорода в смеси приводит к уменьшению скорости разрушения эфирных связей и, соответственно, к более высокой концентрации сложноэфирных групп, наблюдаемых в ИК спектре пленок ПЭТФ, обработанных в плазме смеси аргон – кислород или кислорода. Снижение скорости инициирования, с другой стороны, приводит к уменьшению концентрации активных радикальных центров, по которым может реагировать активный кислород, в результате чего концентрация связей C=O в карбоксильных кислотах/альдегидах и O–H групп с ростом содержания кислорода в смеси падают.

Незначительные, по сравнению с исходным образцом, изменения в составе поверхности пленок ПЭТФ, обработанных в плазме O₂, можно объяснить, с одной стороны, низкой скоростью инициирования плазмохимического окисления полимера, а, с другой стороны, близкими скоростями образования и разрушения новых функциональных групп под действием активных факторов плазмы кислорода.

Наряду с изменением химического состава поверхности пленки ПЭТФ, воздействие плазмы приводит к улучшению смачиваемости полимера. Краевой угол смачивания уменьшается от 75° для исходного полимера до 15° для обработанного в плазме кислорода (рис.2). Наиболее значительные изменения происходят в первые 5 секунд обработки, при дальнейшем увеличении времени модифицирования краевые углы смачивания изменяются незначительно и после 100 секунд практически достигают стационарных значений.

На графике, представленном на рис. 3, приведены зависимости краевого угла смачивания от состава плазмообразующего газа для двух времен обработки 10 и 300 секунд. При малых временах обработки (10 с) краевой угол смачивания уменьшается с ростом доли кислорода в смеси. При времени воздействия 300 с, когда процесс протекает в стационарных условиях, наблюдается заметное уменьшение краевого угла смачивания при добавлении к аргону кислорода, но увеличение концентрации кислорода более 10% изменяет угол незначительно.

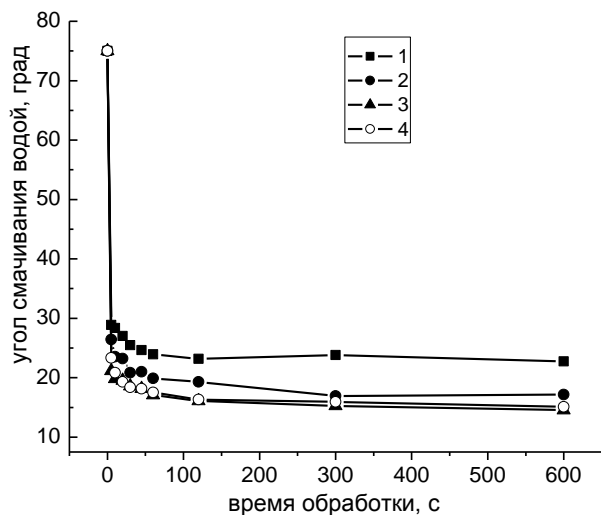


Рис. 2. Зависимость краевого угла смачивания от времени обработки в плазме.

1) Ar (100%), 2) Ar – O₂ (80-20%), 3) O₂ (100%), 4) Ar – O₂ (20-80%),

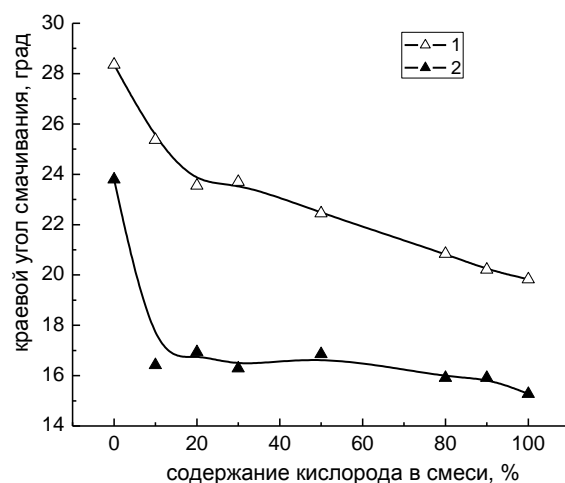


Рис. 3. Зависимость значения краевого угла смачивания от содержания кислорода в смеси. Время воздействия плазмы на образец: 1) 10 с, 2) 300 с.

Одной из причин увеличения смачиваемости полимера в результате плазмохимической обработки является образование новых полярных функциональных групп на поверхности образца, отмеченное выше. Наряду с образованием этих групп с участием активных факторов плазмы, происходит и их разрушение под действием тех же или иных

частиц плазмы. В итоге концентрация этих функциональных групп на поверхности полимера определяется соотношением скоростей их образования и разрушения. При малых временах обработки доминирует процесс образования групп, происходит окисление полимера, степень которого тем выше, чем больше кислорода в смеси. При больших временах обработки (300 с) роль процессов деструкции увеличивается, устанавливается баланс между скоростями образования и разрушения функциональных групп, в результате ни изменение времени обработки, ни увеличение содержания кислорода в смеси не приводят к заметным изменениям в смачиваемости полимера.

Измерение скорости убыли массы полимера (табл. 2) показало, что при добавлении к аргону кислорода скорость деструкции образца увеличивается. Но увеличение концентрации кислорода в плазмообразующем газе более 20% незначительно влияет на скорость разрушения ПЭТФ.

Таблица 2. Скорость убыли массы пленки ПЭТФ в зависимости от состава плазмообразующего газа

Содержание кислорода в смеси Ar-O ₂ , %	0	10	20	50	70	100
Скорость травления, 10 ⁻⁷ г/(см ² ·с)	1,74	2,11	2,61	2,78	2,58	2,71

Таким образом, использование плазмы пониженного давления смеси Ar – O₂ с концентрацией кислорода не более 10% позволяет значительно улучшить смачиваемость поверхности ПЭТФ, не приводя при этом к заметному травлению полимера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кувалдина Е.В., Шикова Т.Г., Смирнов С.А., Рыбкин В.В. Химия высоких энергий, 2007, т.41, №4, с.330-333,
2. Рэнби Б., Рабек Я. Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров. М.:Мир, 1978.

**РАЗДЕЛ 2.
БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ЧЕЛОВЕК**

УДК 579.6:57.022+582.3/.99

Х. К. Алдамова С. В. Еремеева, Т. С. Ершова

ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет

ПРОТИВОМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТОВ ИЗ ЛИСТЬЕВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА МАРЕВЫЕ *CHENOPODIACEA* АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: В ходе исследования выявлены антибактериальные и антимикотические свойства экстрактов, приготовленных из листьев растений Лебеды татарской *Atriplex tatarica* и Мари белой *Chenopodium album*. Определены наиболее эффективные экстракты, обладающие противомикробными свойствами.

Ключевые слова: семейство Маревые *Chenopodiaceae*, лебеда татарская *Atriplex tatarica*, марь белая *Chenopodium album*, водный экстракт, спиртовой экстракт, фунгицидные свойства, антибактериальные свойства, микромицеты.

H. K. Aldamova, S. V. Eremeeva, T. S. Ershova

ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF EXTRACTS FROM LEAVES OF CERTAIN PLANT SPECIES OF THE CHENOPODIACEAE FAMILY OF THE ASTRAKHAN REGION

Abstract: The study revealed the antibacterial and antimycotic properties of extracts prepared from the leaves of plants *Atriplex tatarica* *Chenopodium album*. The most effective extracts possessing antimicrobial properties were determined. The most susceptible and resistant test microorganisms were identified.

Keywords: *Chenopodiaceae* family, *Atriplex tatarica*, *Chenopodium album*, water extract, alcohol extract, fungicidal properties, antibacterial properties, micromycetes.

Растения накапливают в своих тканях мощный арсенал защитных веществ, необходимых для выживания в непредсказуемых условиях окружающей среды и в агрессивном соседстве с патогенными бактериями и вирусами [5]. В этой связи изучение антимикробного потенциала растений, позволяющего им широко распространиться, приобретает практическую значимость для человека. Развитию определенного в видовом отношении микробного сообщества способствует биологически – активные вещества растений. Одни растительные метаболиты, например, сахара и аминокислоты, могут использоваться микроорганизмами в качестве дополнительного источника питания и способствовать их размножению. Другие, такие как флавоноиды, алкалоиды и терпены, обладают выраженной антимикробной активностью [1]. Экстракты лекарственных растений содержат целый коктейль соединений, каждое из которых по отдельности не обязательно присутствует в эффективно действующих на микроорганизмы концентрациях, но в совокупности они обладают синергическим эффектом. Несмотря на то, что

противомикробное действие экстрактов растений давно и активно изучается, до настоящего времени недостаточно публикаций по изучению их противомикробного действия [1].

Растения семейства Маревые – *Chenopodiaceae* распространены по всему земному шару. На территории Астраханской области наиболее распространенными представителями данного семейства являются Лебеда татарская – *Atriplex tatarica* и Марь белая – *Chenopodium album*. Экологическая валентность этих видов растений свидетельствует о том, что их микрофлора обладает антибактериальными и фунгицидными свойствами и является первичным барьером, препятствующим развитию условно патогенных микроорганизмов.

На основании вышесказанного целью исследования являлось выявить противомикробные свойства растений некоторых видов семейства Маревые (*Chenopodiaceae*) Астраханской области.

Объектами исследования являлись листья Лебеды татарской *Atriplex tatarica* и Мари белой *Chenopodium album*, на основе которых готовились водные и спиртовые экстракты различных концентраций.

Для определения противомикробных свойств водных и спиртовых экстрактов из листьев растений Лебеды татарской и Мари белой в качестве тест – объектов использовали микроорганизмы: *Bacillus safensis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus tequilensis*, *Alternaria sp*, *Stemphylium sp* и *Clodosporium sp*.

Противомикробные свойства определяли по наличию роста тест – микроорганизмов на средах с разной долей экстракта [3]. Противомикробные свойства спиртовых экстрактов выявляли методом бумажных дисков и определяли диаметр зоны подавления роста микроорганизмов [6].

В ходе исследований противомикробных свойств водных экстрактов из листьев двух видов растений семейства Маревые (*Chenopodiaceae*) выявлено, что эти свойства лучше выражены у экстрактов из листьев Лебеды татарской (Таблица 1), чем у Мари белой (Таблица 2).

Это можно объяснить тем, что водной экстракцией выделяются такие соединения растений, как сапонины, в частности глицирризиновая кислота и ее соли, которые обладают противомикробным действием [2]. Соответственно, чем выше доля экстракта в питательной среде, тем меньше обнаружено колониеобразующих единиц.

Таблица 1. Противомикробные свойства водных экстрактов из листьев растений Лебеды татарской с использованием тестовых – микроорганизмов

Тест - объект	Количество микроорганизмов КОЕ/мл				Контроль
	Доля экстракта из листьев Лебеды татарской в среде (%)				
	100	75	50	25	
<i>Bacillus safensis</i>	н/о	н/о	н/о	10	160
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	н/о	н/о	н/о	20	180
<i>Bacillus tequilensis</i>	н/о	н/о	н/о	10	120
<i>Alternaria sp</i>	н/о	н/о	10	20	50
<i>Stemphylium sp</i>	н/о	10	20	30	80
<i>Clodosporium sp</i>	н/о	10	10	10	60

Таблица 2. Противомикробные свойства водных экстрактов из листьев растений Мари белой с использованием тестовых – микроорганизмов

Тест - объект	Количество микроорганизмов КОЕ/мл				Контроль
	Доля экстракта из листьев Мари белой в среде (%)				
	100	75	50	25	
<i>Bacillus safensis</i>	н/о	н/о	10	20	160
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	н/о	н/о	10	30	180
<i>Bacillus tequilensis</i>	н/о	н/о	н/о	20	120
<i>Alternaria sp</i>	н/о	10	20	30	50
<i>Stemphylium sp</i>	н/о	20	30	40	80
<i>Clodosporium sp</i>	н/о	10	20	20	60

Результаты микробиологических исследований по выявлению противомикробных свойств водных экстрактов из листьев Лебеды татарской и Мари белой с использованием микромицетов показали, что эти свойства проявляются только на средах, приготовленных на основе 100% – го экстракта.

Результаты микробиологических исследований по определению противомикробных свойств спиртовых экстрактов из листьев растений *Atriplex tatarica* и *Chenopodium album* с использованием тестовых – микроорганизмов *Bacillus safensis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus tequilensis* свидетельствуют о том, что микроорганизмы *Bacillus tequilensis* и *Bacillus safensis* оказались более восприимчивы к действию спиртового экстракта из листьев исследуемых растений, чем используемые в качестве тест – объектов *Bacillus amyloliquefaciens* (Таблица 3, 4).

Таблица 3. Противомикробные свойства спиртовых экстрактов из листьев Лебеды татарской (*Atriplex tatarica*) с использованием бактерий

Тест - объект	Диаметр зоны подавления роста, мм				Контроль
	Концентрация спирта в экстракте из листьев растений Лебеды татарской				
	96 °	70 °	50 °	30 °	
<i>Bacillus safensis</i>	7,2±0,05	9,4±0,4	8,4±0,3	5,8±0,4	рост
<i>Bacillus tequilensis</i>	7,6±0,02	10,4±0,5	9,8±0,4	6,6±0,2	рост
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	5,8±0,02	9,2±0,4	6,6±0,3	5,2±0,3	рост

Таблица 4. Противомикробные свойства спиртовых экстрактов из листьев Мари белой (*Chenopodium album*) с использованием бактерий

Тест - объект	Диаметр зоны подавления роста, мм				Контроль
	Концентрация спирта в экстракте из листьев растений Мари белой				
	96 °	70 °	50 °	30 °	
<i>Bacillus safensis</i>	5,6±0,3	9,2±0,4	6,8±0,3	3,2±0,3	рост
<i>Bacillus tequilensis</i>	6,4±0,3	10,2±0,5	9,2±0,4	3,2±0,5	рост
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	3,6±0,5	4,8±0,2	4,2±0,2	2,4±0,2	рост

Наименьшей противомикробной активностью обладают спиртовые экстракты из растений, приготовленные с добавлением 30° спирта.

Микробиологические исследования по выявлению противомикробных свойств спиртовых экстрактов из листьев двух видов растений *Atriplex tatarica* и *Chenopodium album* с использованием в качестве тест – микроорганизмов *Alternaria sp*, *Stemphylium sp* и *Cladosporium sp*, показали, что наиболее восприимчивы к спиртовому экстракту оказались микромицеты *Stemphylium sp* и *Cladosporium sp*, а наиболее устойчивыми оказались микромицеты *Alternaria sp* (Таблица 5, 6).

Таблица 5. Противомикробные свойства спиртовых экстрактов из листьев Лебеды татарской (*Atriplex tatarica*) с использованием микромицетов

Тест – объект	Диаметр зоны подавления роста, мм				
	Концентрация спирта в экстракте из листьев растений Лебеды татарской				Контроль
	96 °	70 °	50 °	30 °	
<i>Alternaria sp.</i>	6,8±0,05	7,2±0,02	5,4±0,05	3,6±0,02	рост
<i>Stemphylium sp.</i>	9,8±0,03	10,8±0,03	8,2±0,07	4,8±0,04	рост
<i>Cladosporium sp.</i>	8,2±0,03	9,8±0,03	6,2±0,03	4,2±0,03	рост

Таблица 6. Противомикробные свойства спиртовых экстрактов из листьев Мари белой (*Chenopodium album*) с использованием микромицетов

Тест - объект	Диаметр зоны подавления роста, мм				
	Концентрация спирта в экстракте из листьев растений Мари белой				контроль
	96 °	70 °	50 °	30 °	
<i>Alternaria sp.</i>	6,6±0,03	7,4±0,05	5,2±0,04	2,8±0,05	рост
<i>Stemphylium sp.</i>	8,6±0,05	9,8±0,03	7,4±0,02	3,6±0,5	рост
<i>Cladosporium sp</i>	6,8±0,03	9,2±0,05	5,8±0,03	3,4±0,3	рост

Так же, как и в случае с бактериями противомикробные свойства выражены лучше у экстрактов, в которых содержался 70° спирт.

Наибольшей противомикробной активностью в отношении практически всех тест – организмов обладали спиртовые экстракты приготовленные на основе 70° спирта. В результате экстракции 70° этиловым спиртом из листьев растений извлекаются водорастворимые вещества, преимущественно флавоноиды, обладающие более сильным антибактериальным действием, чем сапонины [4].

Таким образом, противомикробные свойства водных экстрактов из листьев Лебеды татарской *Atriplex tatarica* и сари белой *Chenopodium album* проявляются на средах с долей 50, 75 и 100% экстракта, а в отношении микромицетов - только на средах, приготовленных на основе 100% экстракта. Во всех случаях экстракты, приготовленные из листьев Лебеды татарской *Atriplex tatarica* проявляют противомикробное действие лучше, чем экстракты приготовленные из листьев Мари белой *Chenopodium album*. Наибольшей противомикробной активностью в отношении практически всех тест – организмов обладали спиртовые экстракты, приготовленные на основе 70° спирта. Наименьшей противомикробной активностью обладают спиртовые экстракты из листьев исследованных растений на основе 30° спирта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астафьева О.В., Сухенко Л.Т., Егоров М.А. Особенности экстрагирования и применения БАВ с противомикробным действием // Биотехнологические процессы в народном хозяйстве: Материалы Региональной научной конференции, 15—16 апреля 2008 г. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2008. — С. 6—8. 2.
2. Астафьева О.В., Сухенко Л.Т. Сравнительная антибактериальная активность экстракта корня солодки голой *Glycyrrhiza glabra* L. и выделенных из него химических компонентов // Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследования, инновации и технологии. Материалы VII международной научно-практической конференции для молодых ученых 23-25 апреля 2013 г. / сост.
3. Дзержинская И.С. Питательные среды для выделения и культивирования микроорганизмов: Учебное пособие. - Астрахань: Издательство АГТУ, - 2008. - 236 с.
4. Пастушенков, Л. В. Лекарственные растения. Использование в народной медицине и в быту / Л.В. Пастушенков. - Москва: 2012. - 464 с.
5. Сухоруков А.П. Распространение видов рода *Atriplex* L. Лебеда (*Chenopodiaceae*) в России и сопредельных государствах (в пределах бывшего СССР) // Бюлл. МОИП. Отд. биол. — 2003. — Т. 108. — Вып. 1. — С. 38-50.
6. Теннер, Е. З. Практикум по микробиологии [Текст]: учебное пособие для вузов // Е. З. Теннер, В. К. Шильникова. М.: Дрофа, 2004- 249 с.

УДК 004.89; 004.942

В. Б. Бубнов, И. М. Куликов, М. С. Ковырзин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ НЕСТАЦИОНАРНОГО ИСТЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ВСЛЕДСТВИЕ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

Аннотация: В работе предложена модель нестационарного процесса истечения из емкости, содержащей нефтегазовую смесь. Модель учитывает изменения давления в емкости, концентраций жидкой и газовой фаз, их физических свойств и массовой скорости истечения. Повышение точности расчетов достигается за счет учета динамики расходных и физических параметров процесса. Модель позволяет прогнозировать массу и состав жидкого неиспаряемого остатка в емкости. Рекомендуется к использованию для оценки экологического ущерба вследствие аварийных разливов нефти и затрат на их ликвидацию.

Ключевые слова: истечение, аварийные выбросы, идеальный газ, математическая модель, углеводороды, массовый расход, фазовое состояние, экологический ущерб.

V. B. Bubnov, I. M. Kulikov, M. S. Kovyrzin

DEVELOPMENT OF A MODEL OF UNSTEADY FLOW FOR THE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL DAMAGE AS A RESULT OF OIL EMERGENCY SPILLS

Abstract: A model of an unsteady process of outflow from a tank containing an oil-gas mixture is proposed. The model takes into account changes in pressure in the tank, the concentration of liquid and gas phases, their physical properties and mass flow rate. Improving the accuracy of calculations is achieved by taking into account the dynamics of the expenditure and physical parameters of the process. The model allows you to predict the mass and composition of the liquid non-volatile residue in the tank. It is

recommended for use to assess environmental damage due to accidental oil spills and the cost of their elimination.

Keywords: outflow, accidental emissions, ideal gas, mathematical model, hydrocarbons, mass flow rate, phase state, environmental damage.

Аварийные выбросы при разгерметизации трубопроводов и аппаратов систем внутрипромыслового сбора и транспорта продукции добывающих скважин являются основными причинами экологического ущерба в районах нефтегазодобычи. Для адекватной оценки этого ущерба и затрат на его ликвидацию нужно уметь правильно рассчитывать динамику истечения нефтегазовых смесей через порывы.

Недостаток существующих методов расчета заключается в том, что они рассматривают данный процесс как истечение однофазной среды с некими осредненными по времени физическими свойствами, что может привести к значительным ошибкам. На самом деле опорожнение емкости, содержащей смесь углеводородных компонентов, представляет собой сложный нестационарный процесс, в котором изменяются давление, фазовое состояние смеси, компонентные составы жидкой и газовой фаз и их физические свойства.

Наиболее простыми являются случаи, при которых в течение всего процесса истечения смесь остается однофазной – жидкой или газовой. В первом случае небольшие погрешности результатов расчетов могут быть обусловлены игнорированием сжимаемости углеводородов, а во втором – использованием модели идеального газа [1, 2]. Если в процессе опорожнения участка трубопровода или емкости, содержащей в начальный момент времени продукцию в жидком состоянии, давление в ней снизится до давления насыщения, то начнется выделение газовой фазы. В начале этого процесса происходит испарение летучих компонентов, имеющих наименьшую молекулярную массу и плотность, что приводит к увеличению молекулярной массы смеси, ее жидкой и газовой фаз, остающихся в сосуде. При этом изменяются физические свойства смеси и обеих фаз, а также массовая скорость истечения.

Рассмотрим процесс опорожнения сосуда (например, аварийного участка нефтесборного трубопровода), в котором в начальный момент времени находится обводненная нефть при давлении p_0 , большем давления насыщения p_s . Для описания динамики фазового состояния и физических свойств воспользуемся моделью «черной нефти» [3], согласно которой давление насыщения нефти зависит от температуры t и количества растворенного в ней газа v_r . Для нефти, давление насыщения которой при температуре пласта t_r равно p_{sr} и не содержащей углеводородных компонентов

$$p_s(v_r) = p_{sr} - \frac{t_r - t}{9,157 + \frac{701,8}{v_r}} \quad (1)$$

В процессе опорожнения емкости давление в ней уменьшается и достигает давления насыщения. С этого момента начинается выделение свободного газа, и количество растворенного газа уменьшается. Давление насыщения при этом увеличивается.

Для расчета исследуемого процесса организуется цикл по времени $\tau = n \cdot \Delta\tau$, где $n = 0, 1, 2, \dots$ – номер шага. Величина шага $\Delta\tau$ подбирается исходя из опыта (чем меньше эквивалентный диаметр отверстия и чем больше начальная масса газа в емкости, тем больше $\Delta\tau$). На каждом шаге рассчитывается массовая скорость истечения ρw_n . До тех пор, пока $p > p_s$ расчет производится по известным зависимостям для жидкости, а при $p < p_s$ – по методике [3] для газожидкостных смесей:

$$\rho w_n = \sqrt{\frac{2k}{k-1} p \rho_m \left(y^{\frac{2}{k}} - y^{\frac{k+1}{k}} \right)}, \quad (2)$$

где p , ρ_m – давление и плотность газожидкостной смеси на этом же шаге, k – показатель адиабаты, y – отношение давления в окружающей среде к давлению в сосуде. Индекс « n », указывающий номер шага по времени, у этих величин опущен.

Плотность смеси определяется через плотности жидкой ρ_1 и газовой фаз ρ_2 и их массовые концентрации в смеси x_1 и x_2 .

Если величина y меньше критической y_c , то в расчет по формуле (2) принимается $y = y_c$. Для расчета величины y_c предлагается методика [3].

Массовый расход истечения m_n определяется как произведение массовой скорости, рассчитанной по (2) и площади живого сечения отверстия, через которое оно происходит. Масса смеси в сосуде на каждом шаге $M_n = M_{n-1} - m_n \cdot \Delta\tau$, ее плотность ρ_m определяется как отношение этой массы к объему сосуда. Давление определяется методом последовательных приближений. Величины ρ_1 , ρ_2 , x_1 и x_2 зависят от давления, температуры, количества растворенного и свободного газа в нефти. Для определения величин плотности жидкой и газовой фазы ρ_1 и ρ_2 используются корреляционные зависимости [3].

На рис. 1 в качестве примера представлены результаты расчетов динамики давления в емкости и давления насыщения находящейся в ней нефти.

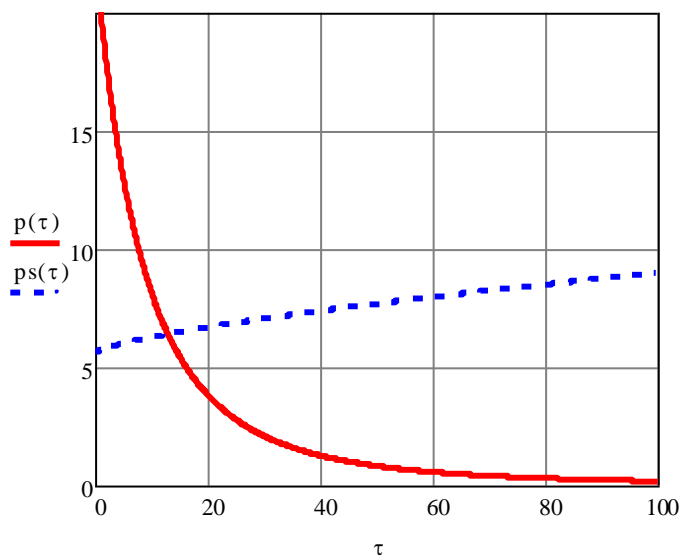


Рис. 1. Динамика давления:

1- давление в сосуде, 2- давление насыщения

В данном примере истечение газожидкостной смеси начинается в момент времени $\tau_c = 12,95$ мин.

Динамика фазового состояния нефтегазовой смеси, рассчитанная для данного примера по предлагаемой методике, представлена на рис. 2.

При $\tau < \tau_c$ происходит истечение жидкости (нефтеводяной смеси). При этом массовые концентрации фаз постоянны $x_1 = 1$, $x_2 = 0$.

На рис. 3 показано сравнение результатов расчета динамики опорожнения без учета динамики изменения физических свойств фаз и по предлагаемой методике. Обводненность нефти определяется как отношение веса воды к весу жидкости.

При истечении основной массы смеси разница в величине массовой скорости, рассчитанной без учета и с учетом компонентного состава смеси, не превышает 10%. Однако на завершающей стадии процесса, имеющей большую продолжительность и происходящей при малых расходах, наблюдаются существенные различия в результатах. При расчете по средним физическим свойствам фаз масса смеси, оставшаяся в сосуде, асимптотически к меньшей величине, чем при расчете по предлагаемой методике.

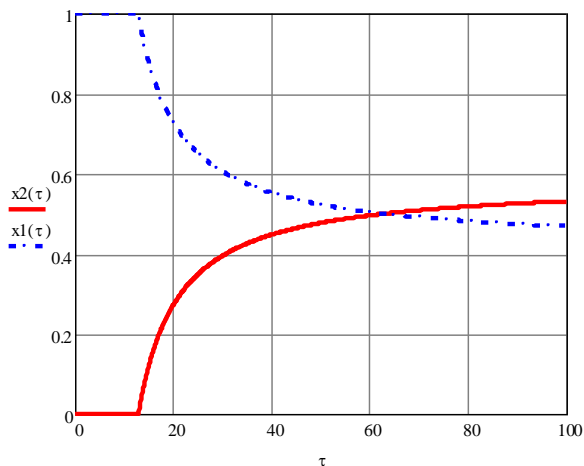


Рис. 2. Динамика фазового состояния

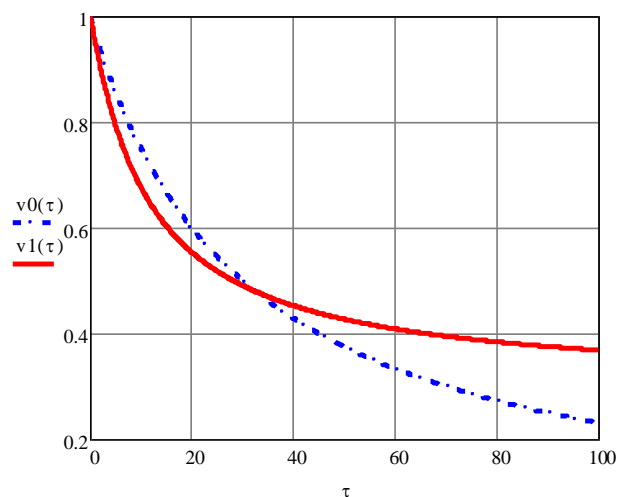


Рис. 3. Сравнение результатов расчета динамики опорожнения при обводненности нефти 20%: 1- без учета динамики изменения физических свойств фаз, 2 – по предлагаемой методике

Представленные математические модели могут быть использованы для прогнозирования динамики опорожнения участков трубопроводов и сосудов, содержащих нефтегазоводные смеси. Это необходимо для адекватной оценки экологического ущерба вследствие аварийных разливов нефти и затрат на их ликвидацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лурье М.В. Экспертиза утечек газа из резервуаров с высоким давлением // Территория нефтегаз. 2014. № 4. С. 52–57.
2. Николаев Е.А., Харламов С.Н. Исследование сепарационных процессов углеводородных многокомпонентных систем в режимах функционирования оборудования предварительной подготовки нефти // Известия Томского политехнического университета. 2016. Т. 327. № 7. С. 84–99.
3. Брилл Дж. П., Мукерджи Х. Многофазный поток в скважинах. М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. 384 с.

УДК 141.201

С. Н. Волков, А. В. Кривоносов

ФГБОУ ВО Пензенский государственный технологический университет

СОЗНАНИЕ И МАТЕРИЯ В ВОПРОСАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭТИКИ

Аннотация: Проблемы экологии имеют отношение к действиям человека на Земле. Философская оценка позволяет сопоставить материальное и духовное в этом процессе. Статья ставит проблему взаимоотношения сознания и материи. Особое внимание уделено аномальным феноменам. Авторы предполагают, что это рефлексия планеты на действия человека.

Ключевые слова: сознание, экология, этика, панпсихизм, георефлексия, метафизика, духовность.

S. N. Volkov, A. V. Krivonosov

CONSCIOUSNESS AND MATTER IN ECOLOGICAL ETHICS

Abstract: Ecological problems are related to human actions on Earth. Philosophical assessment allows you to compare the material and the spiritual in this process. The article poses the problem of the relationship of consciousness and matter. Particular attention is paid to abnormal phenomena. The authors suggest that this is a reflection of the planet on human actions.

Keywords: consciousness, ecology, ethics, panpsychism, georeflexion, metaphysics, spirituality.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Взаимодействие человека с природой представляется нормативно-ценностным комплексом, который устанавливает принципы уважения к Земле, как к живому организму. На данном этапе развития естественнонаучной и гуманитарной мысли эти принципы способствуют формированию этико-экологических представлений и мировоззренческих позиций всего человечества. Общенаучная парадигма сегодня с одной стороны отвергает ряд концептуальных положений о взаимосвязи материального и духовного. С другой стороны допускает, что на материальном уровне проявления быстропротекающих атмосферных и иных явлений, включая аномальные, которые есть факторы суть реакции планеты на необдуманные поступки человека, необходимо все же учитывать духовный компонент. В.Н. Волченко отмечает в этой связи: «Духовный смысл жизни, развитие Души в материалистической парадигме не принимались во внимание. Кризисный финал технократии приводит к новым взглядам, исключающим противостояние и требующим синергичности материи и сознания» [2. С.75]. Отсюда возникают вопросы относительно того, насколько реально влияние мыслящего субстрата (человеческой мыследеятельности) на непредсказуемые экологические планетарные процессы? И возможно ли относить сферу духа к тонкоматериальной составляющей реальности происходящих изменений в природе?

Допущения в виде наличия в природе резонансно-полевого взаимодействия позволяют рассуждать о соотношении мысли, энергии и окружающей живой материи. Основополагающую роль в этой «связке», видимо должно играть сознание. А.П. Дубров указывает: «Сознание человека и его психическая деятельность в целом представляют собой величайшую мировую загадку» [6. С.63]. Также автор отмечает, что Глобальное Сознание способно оказывать воздействие на окружающий мир. Вводя термин «сверхслабое интегральное ментальное взаимодействие» (СИМВ), понимание соотношения сознания и природы приобретает научно-гипотетическую окраску в виде ряда положений, а именно: «1. Оно /СИМВ примеч. авт./ является интегральным видом взаимодействия по отношению ко всем известным полям и взаимодействиям, ничем не экранируемым, всепроникающим, действующим вне времени и пространства. 2. Оно взаимодействует с любым уровнем строения живой и косной материи, как органической, так и неорганической...» [6. С.135].

В философском измерении человек становится ключевой фигурой абсолютного большинства проблем современного мира и своеобразным катализатором изменения условий планетарного бытия. В этом аспекте этико-экологические вопросы звучат не как техногенно-метрические, знаменуя сциентистские подходы и абсолютизацию роли науки во всех сферах жизнедеятельности, но как космогоническо-доктринальные, указывающие на человеческий фактор и мыслительные процессы, обладающие психофизическими свойствами с дистанционными переносами мысли на объекты окружающего мира. Озабоченность многих ученых мира состоянием неустойчивости климатических, космологических и прочих факторов ставит вопрос соотношения человека и природы в иной интерпретации. У А.Н. Дмитриева находим: «Не к повышению материального уровня жизни надо стремиться

сейчас, а к повышению УРОВНЯ НРАВСТВЕННОСТИ», к повышению Истинной Духовности. Надвигающиеся космоземные перемены столь кардинальны и всеохватны, что космической ревизии подвергнется вся совокупность человеческой деятельности – интеллектуальной, религиозной, эмоциональной, технической...» [Цит. по 12].

Таким образом, постановка проблемы может выглядеть, как соотношение сознания человека и эволюция земной природы, где вопросы можно расставить в виде: во-первых, понимания сознания вообще; во-вторых, влияния мыследеятельности индивида и социума на природные компоненты; в-третьих, формирования этических норм соотношения человек-природа, что собственно и определяет понимание экологической этики.

ФЕНОМЕН СОЗНАНИЯ

Можно предположить, что сознание есть процесс сотворения некоего варианта мироздания. М. Каку дает определение данного феномена в виде: «Сознание есть процесс создания модели мира с использованием множества обратных связей по различным параметрам (к примеру, по температуре, положению в пространстве, времени и отношению к окружающим) с целью достижения определенных целей (к примеру, поиска пары, пищи, убежища)» [7. С.20]. Возникновение сознания на планете с точки зрения эмерджентной эволюции пока процесс необъяснимый. Если планета существует порядка 4,5 млрд лет, то закономерен вопрос: «Почему, как и на какой фазе её развития возникло сознание?». В случае, когда физика пытается обосновать идею возникновения сознания, как результат материальных процессов и закономерностей, также ставится вопрос о том, способно ли сознание в таком случае влиять на изменяющиеся условия в окружающем мире не абстрактно, но физически. Характеристика сознания по М. Тегмарку с позиций квантовой механики гласит, что сознание расценивается в виде состояния вещества. Автор данной версии определяет сознание и дает характеристику: «... под названием «перцептроний», которое может быть дифференцировано от других видов материи (твердых, жидких, газообразных) с использованием пяти математически обоснованных принципов» [Цит. по 8]. Однако наша точка зрения более соотносима с позициями панпсихизма. Это иное видение генезиса сознания на планете, и оно связывается со всеобщей одушевленностью природы. Концептуально панпсихизм не предполагает, что сознание возникает неожиданно (или эволюционно, закономерно). Здесь речь идет о, так называемой, версии «подцепления» сознания, которое в космологическом контексте существовало всегда.

В рамках этих рассуждений сознание пронизывает всю материю. Природа реальности, где сознание присуще не только человеку, но и фактически всей физической материи, находит поддержку во взглядах нейрофизиолога Кристофа Коха, физика Роджера Пенроуза, профессоров философии Филиппа Гоффа, Дэвида Чалмерса и других. В рамках эмерджентности сложно получить сознание из не-сознания. В связи с этим панпсихизм в определенном смысле выигрывает, как подход. Д. Чалмерс в этой связи заявляет: «Физические свойства – это всего лишь структура. Физика может объяснить биологию, но существует темное пятно – сознание» [3].

Концепция сознания в свете панпсихизма скорее носит дуалистический характер. Слабым звеном в ней видится положение о том, что без связки с материальным носителем, сознанием все же способно влиять на физические процессы окружающего мира. Возникает вопрос: «Как подобное может происходить?»

ПЛАНЕТАРНАЯ РЕФЛЕКСИЯ И СОЗНАНИЕ

Оценочные характеристики реакции планеты Земля на деятельность человека, в том числе мысленную, представляются сегодня феноменом спорным, но характеризующимся с позиций естествознания. Позиция В.Н. Волченко в этом вопросе такова, что явления экстрасенсорного порядка (информационно-биофизического), равно, как и аномального (наблюдений НЛО), «... настолько проникли в обиход общества, что наука вынуждена была заняться их исследованием» [2. С.21]. При этом аспекты анализа не затрагивают

недоказуемые и популистские версии, как-то: проявления вездесущего разума, религиозно-мистические доктрины и т.п. Оценка феноменов укладывается в рамки таких научных направлений, как физика, математика, биология, механика, инженерия, медицина и др. Говоря о наличии аномалий природы, как об объективной реальности, следует допускать участие человека и биосистем в информационно-энергетическом (ИЭ) обмене. Как отмечает В.Н. Волченко: «Парадоксально, но именно поиск объяснения аномалий двинул вперед мысль в фундаментальных вопросах физики сознания, истоков мироздания, а также в сфере проблем выживания современной цивилизации. Феномены парапсихологии оказались фактически феноменами сознания, или, по нашей терминологии, ИЭ-феноменами» [2. С.22]. Обратимся к схеме ИЭ-пространства, которую предлагает В.Н. Волченко.

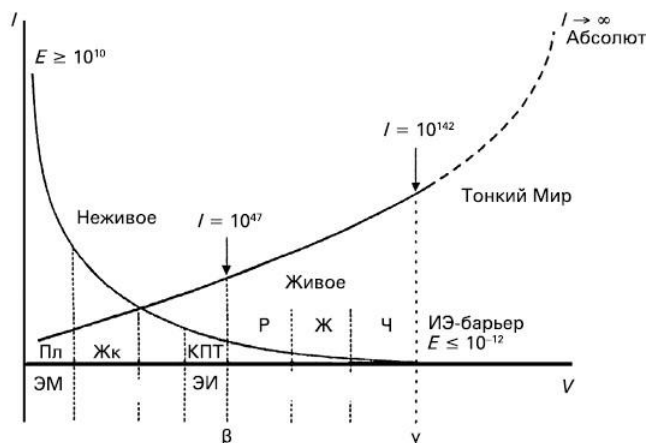


Рис. 1. Диаграмма ИЭ-пространства Вселенной

С физической точки зрения эта схема имеет следующую интерпретацию. I – информативность системы, измеряемая как информационная удельная мощность бит/(с·см³) или бит/(с·г); E – энергетичность системы, измеряемая как удельная мощность, Вт/см³, или поток мощности, Вт/см², необходимый системе для обеспечения требуемой ей информативности; $V=I/E$, бит/Дж – витальность, или условная жизнеспособность системы; 0 – условная нулевая область диаграммы, отвечающая условному началу эволюции жизни во Вселенной; значения I_0 и E_0 не равны нулю, они отвечают некоторым нулевым флуктуациям физического континуума (пространства); Пл, Жк, Тв классы систем неживой природы по их состоянию: плазменное (газовое), жидкое, твердое; КПТ – компьютерные системы; Р, Ж, Ч растительный, животный мир и мир человека; Э-М-И – энерго-материально-информационные взаимодействия, преимущественно реализуемые в данном классе систем; ИЭ-барьер – информационно-энергетический потенциальный барьер между сознанием человека в вещественном мире и сознанием в тонком мире информационных полей [2. С.21].

В соотношении Человек-Земля можно выделить следующие феномены сознания, которые выражаются в виде:

1. Георефлексии – реакции земли на тонкоматериальные акценты влияния человеческого сознания на природу. Выражается в виде патогенных выбросов энергий. Как правило, негативно влияющих на здоровье.
2. ИЭ-эффектов стихий – спонтанных катаклизмов локального характера в виде селей, сходов с гор, тайфунов, землетрясений и пр.

С позиций экологической этики О. Леопольд в своем фундаментальном труде «Календарь песчаного графства» указывает на необходимость глобального экологического мышления человечества в целях сохранения дикой природы: «... Охрана природы означает гармонию между человеком и землей. В понятие «земля» входит также все живое на ней, над ней и в ней. Гармония в отношениях с землей – это как гармония в отношениях с

другом: нельзя нежно поглаживать одну его руку и рубить другую...» [Цит. по 1]. В этом случае сознание играет опосредованную роль между планетарными реакциями и техногенной деятельностью человека. На современном этапе можно говорить о планетарной рефлексии на электромагнитные излучения, ядерные испытания, технические отбросы, космический мусор и т.п. А.Н. Дмитриев с позиций геофизики обосновывает мысль о том, что «... напряженность магнитного поля Земли такова, что примерно в 90 тыс. км от земли в сторону солнца оно уравнивает «давление» солнечного ветра, и солнечная плазма начинает обтекать Землю. Так появляется первая пограничная поверхность нашего планетарного организма – магнитоотбойный слой... ... Активное вмешательство человека в магнитосферу, приводит к резкой замене естественных процессов искусственными, причем последствия, к которым это может привести, никто предугадать не может. Одним из наиболее очевидных примеров является климатический хаос, особенно ощутимый последние 10 лет» [5].

Основное положение конфликтной ситуации между человеком и природой следует понимать, как противостояние самой планеты человеческой деятельности. Земля есть живой организм и у него также, как и у других организмов, существует ответная реакция на действия, совершаемые против него. Мысль о том, что планета способна восприниматься, как живое существо, находит обоснование у геологов, геофизиков, биологов, философов и представителей других сфер научных направлений. С 70-х гг. прошлого столетия ряд специалистов определяют, что некоторые процессы Земли напоминают её дыхание. Так, например, геологи И.Н. Яницкий [13], Н.Ф.Гончаров, В.А.Макаров, В.С.Морозов [4] допускают понятие «дыхание» планеты через процессы периодической интенсивности выброса глубинного гелия из её недр, периодические колебания интенсивности магнитного поля в течение суток. По мнению В. Луговенко (ИЗМИРАН), Земля может «дышать» через трещины в зонах разломов. Её специфику он определяет, как «... в отличие от обычного организма, Земля дышит не целиком, а лишь той частью поверхности, которая обращена к Солнцу. Поэтому дыхание Земли скользит по поверхности вместе с Солнцем» [10].

В нашем случае принимать во внимание феномен «живого организма» Земли представляется лишь с позиций философии. Это допущения, которые укладываются в рамки детерминированных явлений, когда человечество получает ответные реакции Земли на свои поступки, необдуманые с точки зрения экологической этики.

ВОЗМОЖНЫЕ НОВАЦИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭТИКЕ

Реакция планеты на сознательные действия человека становится ключевым моментом в формировании этических норм соотношения Человек-Природа. Можно сделать осторожное предположение о том, что проявления аномалий природы есть неизвестная пока науке реакция материальных форм Земли на действия *Homo sapiens* и *Homo faber*. Согласно концепции научных революций Т. Куна «... Если осознание аномалий имеет значение в возникновении нового вида явлений, то вовсе не удивительно, что подобное, но более глубокое осознание является предпосылкой для всех приемлемых изменений теории» [9. С.100]. Отсюда следует, что на данном этапе проблемы естествознания соответствуют уровню развития общенаучной парадигмы, и аномальные феномены природы либо сводятся к проблемам недоосознанности и некачественно проведенному опытному расследованию, либо просто игнорируются. Фактически человечество сталкивается с новым, иногда индетерминированным, процессом ответных реакций Земли на человеческие поступки. Как замечает

Б.

Калликот,

«... экологическая этика должна иметь строгое метафизическое обоснование, опираться на теорию ценности, включая внутреннюю ценность не только людей, но и природных существ и природы как целого ...» [Цит. по 11].

Таким образом, современное миропонимание экологической этики вынуждено учитывать аспекты как материального, так и метафизического уровня через панпсихизм и некоторые установки гилозоизма. Человечество на определенном уровне своего сознания,

вероятно, сможет оценить, что информационная эпоха и сциентистские модели развития не смогут войти в новую общенаучную парадигму для объяснения отношений Человек-Природа, где проявляют себя новые законы ответных реакций планеты. В связи с этим, новое миропонимание является одним из ключевых вопросов глобального характера, и способствует становлению экологической этики через духовное совершенствование людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белоусенко А.Н.* Олдо Леопольд. URL: http://www.belousenko.com/wr_leopold.htm
2. *Волченко В.Н.* Миропонимание и экоэтика XXI века. Наука – Философия – Религия. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 211 с.
3. *Голдвил О.* Панпсихизм: всё больше учёных признают, что сознание есть у всего – даже у камней. / Перевод научно-популярного проекта Newочем URL: <https://inosmi.ru/science/20180219/241496460.html>
4. *Гончаров Н.Ф., Макаров В.А., Морозов В.С.* Икосаэдро-додекаэдрическая структура Земли / Гипотеза ИДСЗ (Икосаэдро-додекаэдрическая структура Земли). Многогранники. URL: https://rgdn.info/gipoteza_idsz_ikosaedro-dodekaedricheskaya_struktura_zemli._mnogogranniki Дмитриев А.Н. Что происходит на нашей планете Земля / Экоclub. URL: http://ecoclub.nsu.ru/books/Vest_1/vest1-5.htm
5. *Дмитриев А.Н.* Что происходит на нашей планете Земля / Экоclub. URL: http://ecoclub.nsu.ru/books/Vest_1/vest1-5.htm
6. *Дубров А.П.* Когнитивная психофизика : Основы / А.П. Дубров. – 2-е изд., исп. И доп. Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. – С. 63. – 301 с.
7. *Каку М.* Будущее Разума. Будущее разума / Митио Каку ; пер. с англ. [Н. Лисова]. - Москва : Альпина-нон-фикшн, 2015. – 500 с. URL: <https://www.rulit.me/books/budushchee-razuma-read-373129-20.html>
8. *Как у человека возникло сознание? Случайность или закономерный процесс? / Рамблер* URL: https://news.rambler.ru/other/38647529/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink
9. *Кун Т.* Структура научных революций: Пер. с англ. / Т. Кун; Сост. В.Ю. Кузнецов. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. – С. 100 – с. 605.
10. *Луговенко В.Н.* Дыхание Земли / Дельфис. Культурно-просветительский журнал №10(2/1997). URL: <http://www.delphis.ru/journal/article/dykhanie-zemli>
11. *Проблемы экологической этики в современной западной философии (Б. Калликот, О. Леопольд, Р. Аттифильд) / История и философия науки* URL: <https://bsu-philosophy.fandom.com/wiki/>
12. *Русанов А.Н.* Эпоха огня на земле и в солнечной системе / Научно-философское общество. Мир через культуру. URL: <https://nfo.agni-age.net/lectures/lecture/2003/32.shtml>
13. *Яницкий И.Н.* Новое в науках о Земле. URL: http://www.baikaldivo.ru/applications/knowledge/articles/article_13.htm

УДК 78.25.12.45

В. Д. Иванов, М. В. Иванова, И. В. Троценко

ФГБОУ ВО Военная академия РХБ защиты им. С.К. Тимошенко

ПРОВЕРКА КВАЛИФИКАЦИИ МОБИЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ ПОСРЕДСТВОМ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧЕНИЙ

Аннотация: В статье предложено и обосновано проведение периодической экспериментальной проверки способности мобильных лабораторий, которые могут применяться в системе Гражданской обороны Российской Федерации, обеспечить получение надежных и достоверных сведений о свойствах и количественных характеристиках радиоактивных, химических и биологических заражений посредством межлабораторных сличений. Определены основные организационные и технические вопросы, которые следует решить при создании системы проверки квалификации этих лабораторий посредством межлабораторных сличений.

Ключевые слова: проверка квалификации, межлабораторные сличения, провайдер, образец для проверки квалификации.

V. D. Ivanov, M. V. Ivanova, I. V. Trocenko

PROFICIENCY TESTING OF MOBILE LABORATORIES BY MEANS OF INTERLABORATORY COMPARISONS

Abstract: The article proposes and justifies the periodic experimental testing of the ability of mobile laboratories that can be used in the Civil Defense System of the Russian Federation to provide dependable and reliable information about the properties and quantitative characteristics of radioactive, chemical and biological infections through interlaboratory comparisons. identified the main organizational and technical issues that should be addressed when creating a proficiency testing system for these laboratories through interlaboratory comparisons.

Keywords: proficiency testing, inter-laboratory comparisons, provider, sample for proficiency testing

В настоящее время остаются актуальными вопросы контроля радиоактивного, химического и биологического заражения в результате чрезвычайных ситуаций техногенного характера, а также контроля применения радиоактивных веществ, токсичных химикатов и биологических агентов в террористических целях.

Указом Президента Российской Федерации [1] определена государственная политика Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу, в реализации которой в пределах своей компетенции принимают участие МЧС России и Минобороны России.

Это обуславливает необходимость наличия и применения мобильных лабораторий, способных оперативно осуществлять индикацию, идентификацию и измерение характеристик радиоактивного, химического и биологического заражения.

Мобильные лаборатории МЧС России, в основном, оснащены индикаторами, газосигнализаторами и газоанализаторами различного типа, рассчитанными на обнаружение и/или измерение концентраций перечня конкретных химических веществ.

Имеющиеся в войсках РХБ защиты современные полевые лаборатории, кроме средств индикации, оснащены аналитическим оборудованием, позволяющим производить идентификацию широкого спектра различных веществ с использованием существующих баз масс-спектров, а также при наличии у персонала достаточных знаний и опыта,

идентифицировать вещества, сведения о которых отсутствуют в базах данных. Также полевые лаборатории войск РХБ защиты оснащены оборудованием, позволяющим измерять массовую концентрацию неорганических и органических примесей в воде, воздухе, грунте, технических материалах, продуктах питания, проводить ПЦР-анализ проб, отобранных из объектов внешней среды, и обнаружение в них ДНК возбудителей опасных и особо опасных инфекций бактериальной и вирусной природы.

Высокий уровень квалификационных требований к мобильным лабораториям, связанных с применением современного аналитического оборудования, требует проведения периодических проверок способности мобильных лабораторий надежно решать сложные задачи обнаружения и идентификации опасных токсичных химикатов (ТХ), биологических агентов (БА) и измерения характеристик химического и радиоактивного загрязнения с установленными показателями точности.

Получение достоверных результатов исследований (индикации и идентификации) и измерений в любой лаборатории определяется совокупностью технических возможностей оборудования, качества расходных материалов, опыта и навыков персонала лаборатории, наличия и неукоснительного выполнения персоналом надлежащих инструкций, в том числе методик исследований и измерений.

Формальная документарная проверка соблюдения требований к проведению исследований и измерений не обеспечивает достаточную уверенность в получении требуемого конечного результата – достоверных сведений об исследуемых (измеряемых) лабораторией свойствах контролируемых объектов.

Поэтому проверку квалификации (компетентности) лабораторий целесообразнее проводить экспериментально, посредством межлабораторных сличений.

Здесь и далее в статье использована терминология, применяемая в международной и в отечественной практике при экспериментальной проверке способности лабораторий обеспечивать получение надежных и достоверных результатов исследований и измерений [2-6].

В рамках данной терминологии под проверкой квалификации понимается оценивание характеристики функционирования участника (лаборатории) по заранее установленным критериям посредством межлабораторных сличений [2, п. 3.7 стр. 2].

Под межлабораторными сличениями (МС) понимается организация, выполнение и оценивание измерений или испытаний (исследований) одного и того же или нескольких подобных образцов двумя или более лабораториями в соответствии с заранее установленными условиями [2, п. 3.4 стр. 1].

Экспериментальная процедура проверки квалификации лабораторий именуется также «сравнительными испытаниями» [6], «сличительными испытаниями» [4], «межлабораторным оценочным экспериментом». Однако, наиболее подходящим названием экспериментальной проверки квалификации полевых лабораторий войск РХБ защиты и мобильных лабораторий МЧС, с учетом специфики их применения, представляется вынесенный в название настоящей статьи термин «межлабораторные сличения».

Проверка квалификации лабораторий посредством МС позволяет дать объективную оценку достоверности проводимых лабораторией исследований и измерений, то есть результатов ее деятельности.

Кроме того, МС могут быть использованы:

- для оценки характеристик применяемых и предполагаемых к применению методов (методик) измерений;
- для выявления технических и организационных проблем в лабораториях;
- для обучения и повышения квалификации персонала лабораторий.

Для проверки квалификации лабораторий используются как количественные программы МС, целью которых является получение количественной оценки одной или более измеряемых величин образца, так и качественные программы МС, целью которых является идентификация или описание одной или нескольких характеристик образца [2, п. 3.7 стр. 2].

Под образцом для проверки квалификации (ОК) понимается проба, продукт, искусственный объект (артефакт), стандартный образец, часть оборудования, эталон, набор данных или другая информация, используемые для проверки квалификации [2, п. 3.8 стр. 2].

Количественные программы МС при проверке квалификации полевых лабораторий войск РХБ защиты могут быть использованы, например, при проверке точности (правильности и прецизионности) выполнения измерений массовой концентрации неорганических и органических примесей в воде, воздухе, грунте, технических материалах, продуктах питания, а также при измерении полевыми лабораториями войск РХБ защиты и мобильными лабораториями МЧС характеристик радиоактивного заражения.

Качественные программы МС могут быть использованы, например, при проверке способности полевых лабораторий войск РХБ защиты идентифицировать ТХ с применением хромато-масс-спектрометрического оборудования, БА с применением оборудования для проведения ПЦР-анализа. Качественные программы МС могут быть использованы также при проверке способности достоверной индикации ТХ полевыми лабораториями войск РХБ защиты и мобильными лабораториями МЧС.

Количественные и качественные программы МС могут быть последовательными, когда один или несколько образцов для проверки квалификации распределяются последовательно для испытаний или измерений и возвращаются провайдеру через определенные интервалы времени, или параллельными, когда образцы для проверки квалификации распределяются для выполнения одновременных испытаний или измерений в течение определенного периода времени между несколькими или всеми лабораториями.

Под провайдером понимается организация, которая несет ответственность за все задачи по разработке и выполнению программы проверки квалификации [2, п. 3.9 стр. 3].

Для проверки квалификации полевых лабораторий войск РХБ защиты и мобильных лабораторий МЧС целесообразно использовать в основном параллельные программы МС. В этом случае провайдер готовит образец, который делится на несколько частей, направляемых участникам МС. Данная программа может быть применена для образцов с однородной (гомогенной) пространственной структурой исследуемой (измеряемой) характеристики, а также в случае существенного изменения исследуемой (измеряемой) характеристики с течением времени.

В некоторых случаях, возможно, окажется необходимым применение последовательных программ МС, например, когда разделение одного образца невозможно или может привести к изменению исследуемой (измеряемой) характеристики в различных частях образцах.

Существующие системы межлабораторных сличений (межлабораторных сравнительных/сличительных испытаний – МСИ), государственные, созданные и контролируемые Росаккредитацией [4] и Росстандартом [6], международные, например, контролируемые Международной организацией по аккредитации лабораторий ИЛАС (International Laboratory Accreditation Cooperation) [5], ведомственные, например, система МСИ, созданная и контролируемая государственной корпорацией «Росатом», в основном используют количественные программы МС/МСИ [3, 6].

Основной отличительной особенностью проверки квалификации полевых лабораторий войск РХБ защиты и мобильных лабораторий МЧС является необходимость использования как количественных, так и качественных программ МС.

Примером качественной программы МС является реализуемая Организацией по запрещению химического оружия (ОЗХО) программа проверки квалификации «назначенных» лабораторий в части идентификации ТХ. Однако, ОЗХО предъявляет к «назначенным» лабораториям очень высокие квалификационные требования, а сама квалификационная программа является очень сложной для мобильных лабораторий.

Учитывая вышеизложенное, для обеспечения готовности полевых лабораторий войск РХБ защиты и мобильных лабораторий МЧС к выполнению специфических задач по

идентификации ТХ, БА и измерению характеристик химического и радиоактивного загрязнения, представляется целесообразным создание в Минобороны России и МЧС России собственных систем проверки квалификации посредством межлабораторных сличений (система МС войск РХБ защиты и система МС МЧС).

Координаторами [2, п. 3.2 стр. 1] систем должны выступать соответствующие органы управления ведомств. Координаторы назначают одного или нескольких провайдеров МС – научных центров, располагающих хорошо оснащенными стационарными лабораториями, способными подготовить необходимые образцы для проверки квалификации и провести статистическую обработку и анализ результатов МС. Провайдеры должны также соответствовать иным требованиям, обычно предъявляемым к провайдерам МС [2].

При создании системы МС войск РХБ защиты и системы МС МЧС с учетом технических возможностей и особенностей полевых лабораторий войск РХБ защиты и мобильных лабораторий МЧС должны быть решены следующие вопросы:

- определен перечень исследуемых объектов и их конкретных характеристик, которые могут быть использованы при проведении МС в качестве ОК, в том числе определен перечень ТХ, имитаторов, прекурсоров и продуктов их деструкции, РВ, БА с учетом максимального соответствия (аутентичности) их характеристик реальным условиям;

- разработаны организационные документы (положение, руководство по качеству и/или иные подобные документы), регламентирующие деятельность провайдеров;

- разработаны организационные документы проведения МС (программы проверки квалификации, схемы МС, инструкции по проведению МС и/или другие подобные документы) по каждому виду исследований и измерений, в том числе, включающие требования о местах непосредственного проведения исследований и измерений, о статистических методах обработки результатов МС, о критериях оценки квалификации участников МС.

- разработаны методики подготовки ОК по каждому виду исследований и измерений (с учетом требований однородности ОК и стабильности их характеристик, подлежащих исследованиям и измерениям), обеспечена однозначная идентификация каждого экземпляра ОК, для каждого вида ОК определены условия хранения и транспортирования к месту проведения исследований и измерений;

- определены способы доставки ОК к месту проведения МС, включая требования к упаковке ОК и защите ОК от несанкционированного доступа;

- установлены требования к метрологической прослеживаемости [2, п. 3.15 стр. 2], включая требования к поверке или калибровке средств измерений и требования к стандартным образцам состава и свойств веществ, применяемым при проведении конкретных МС (с учетом требований законодательства Российской Федерации об обеспечении единства измерений);

- разработаны технические документы, необходимые для проведения МС, включая методики измерений, методические указания и инструкции по проведению исследований;

- определены и установлены способы идентификации результатов измерений, исключающие их фальсификацию и возможность сговора участников МС, в том числе организация внешнего контроля за проведением исследований и измерений при МС;

- определены корректирующие действия при выявлении несоответствия квалификационным требованиям, включая выявление причин несоответствия и конкретные способы их устранения.

Координаторы систем МС войск РХБ защиты и МС МЧС могут также дополнительно определить порядок организации и проведения межведомственных МС с использованием ОК, свойства которых могут контролироваться как полевыми лабораториями войск РХБ защиты, так и мобильными лабораториями МЧС. Проведение межведомственных МС должно обеспечить более высокий уровень надежности результатов контроля радиоактивного, химического и биологического загрязнения.

Учитывая, что проверка квалификации методом межлабораторных сличений в наибольшей степени затрагивает вопросы метрологии и стандартизации, целесообразно ввести в соответствующие учебные дисциплины профильных образовательных учреждений Минобороны России и МЧС России общие сведения о межлабораторных сличениях.

В настоящей статье предложено и обосновано проведение периодической экспериментальной проверки способности полевых лабораторий войск РХБ защиты и мобильных лабораторий МЧС России получать надежные и достоверные сведения о качественных и количественных характеристиках ТХ, РВ и БА посредством межлабораторных сличений. Сформирован перечень вопросов, которые необходимо решить при создании систем проверки квалификации полевых лабораторий войск РХБ защиты и мобильных лабораторий МЧС России посредством межлабораторных сличений. Предложено ввести в образовательные программы по метрологии и стандартизации профильных учебных заведений Минобороны России и МЧС России общие сведения о межлабораторных сличениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Российской Федерации от 11 марта 2019 г. № 97 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».

2. ГОСТ ISO/IEC 17043-2013 «Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации» [Текст]. – М. : Стандартинформ, 2014. – 39 с.

3. ГОСТ Р 50779.60-2017 (ИСО 13528:2015) «Статистические методы. Применение при проверке квалификации посредством межлабораторных испытаний» [Текст]. – М. : Стандартинформ, 2017. – 88 с.

4. Политика Росаккредитации в отношении проверки квалификации путем проведения межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний [электронный ресурс]. – М. : Федеральная служба по аккредитации, 2016 – URL: <http://fsa.gov.ru/documents/8402/>

5. ILAC P-9:2005, ILAC Policy for Participation in National and International Proficiency Testing Activities (Политика ILAC для участия в национальной и международной деятельности по проверкам квалификации) [электронный ресурс]. – URL: <https://ilac.org/>.

6. РМГ 103-2010 «Проверка квалификации испытательных (измерительных) лабораторий, осуществляющих испытания веществ, материалов и объектов окружающей среды (по составу по физико-химическим свойствам) посредством межлабораторных сравнительных испытаний» [Текст]. – М. : Стандартинформ, 2011. – 43 с. (Государственная система обеспечения единства измерений).

УДК 502.62

Д. С. Марков, А. Д. Малыгин, А. С. Хвостов

Шуйский филиал ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ ОЗЕРА ЛИТВИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ

Аннотация: В статье приводятся результаты исследования по комплексному экологическому изучению ландшафтов в окрестностях озера Литвин Южского муниципального района Ивановской области с использованием современного геоинформационного инструментария. Показано, что озеро Литвин имеет хорошую транспортную доступность, обладает значительным экологическим потенциалом и в перспективе может стать одним из центров региональной туристской системы, однако при этом экологическая оценка территории в окрестностях озера ранее не проводилась, соответственно не выявлены риски развития рекреационной деятельности, которые могут быть оценены с помощью актуальных методов ГИС-технологий. Целью исследования является проведение геоинформационного анализа современной экологической ситуации озерно-болотных ландшафтов в окрестностях озера Литвин для оценки перспектив разработки эколого-планировочных и туристско-рекреационных проектов. В результате работы показано, что озеро Литвин не рекомендуется использовать для массовой рекреации, однако при этом ландшафты в окрестностях озера представляют возможности для реализации отдельных рекреационных модулей, в первую очередь, связанных тихим околководным отдыхом, рыбалкой и экологическим туризмом.

Ключевые слова: экологическая ситуация, геоинформационные технологии, озеро, рекреация, туризм, батиметрическая схема.

D. S. Markov, A. D. Malygin, A. S. Khvostov

EVALUATION OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE SURROUNDINGS OF LAKE LITVIN WITH USE OF GEOINFORMATION TOOLS

Abstract: The article presents the results of a study on a comprehensive environmental study of landscapes in the vicinity of Lake Litvin, Yuzhsky municipal district of the Ivanovo region using modern geographic information tools. It is shown that Lake Litvin has good transport accessibility, has significant environmental potential, and in the future can become one of the centers of the regional tourist system, however, while an environmental assessment of the area in the vicinity of the lake has not been previously conducted, respectively, there have been no identified risks of recreational activities that may be evaluated using current GIS technology methods. The purpose of the study is to conduct a geoinformation analysis of the current ecological situation of lake-bog landscapes in the vicinity of Litvin Lake to assess the prospects for the development of ecological planning and tourist-recreational projects. As a result of the work, it was shown that Lake Litvin is not recommended for mass recreation, however, the landscapes in the vicinity of the lake provide opportunities for the implementation of individual recreational modules, primarily related to quiet near-water recreation, fishing, and ecological tourism.

Keywords: ecological situation, geographic information technologies, lake, recreation, tourism, bathymetric scheme.

Введение. Современная практика комплексного экологического изучения природных объектов предполагает преимущественное использование методик, учитывающих химические и физические аспекты воздействия хозяйственной деятельности на природу [1]. Однако необходимо принимать во внимание, что человек воздействует на ландшафты комплексно, с неизменным «эффектом последствий», учесть которые можно только при проведении исследований, предполагающих использование высокотехнологичных методов пространственного анализа, в том числе, геоинформационного [2]. Одним из перспективных

направлений региональных геоэкологических исследований является выявление и оценка возможностей использования в туристско-рекреационной сфере ключевых озерно-болотных комплексов [5]. В этом отношении одним из относительно пригодных для отдыха населения и при этом недостаточно изученных объектов Ивановской области является озеро Литвин Южского муниципального района. Оно имеет хорошую транспортную доступность, обладает значительным экологическим потенциалом и в перспективе может стать одним из центров региональной туристской системы. Исходя из этого, актуальной представляется цель исследования – проведение геоинформационного анализа современной экологической ситуации озерно-болотных ландшафтов в окрестностях озера Литвин для оценки перспектив разработки эколого-планировочных и туристско-рекреационных проектов.

Методы и материалы. Работа выполнена по материалам полевых исследований, проведенных в 2013-2019 годах. Лабораторные исследования проводилось на базе лаборатории Территориального отдела Роспотребнадзора в г. Шуя; отбор проб воды осуществлялся в соответствии с ГОСТ 24481-80 «Вода питьевая. Отбор проб». Регламентирующий объем исследований и их оценка осуществлялась, согласно СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». В качестве базовой информации использовалась топографическая карта масштаба 1:10000 (проекция Pulkovo 1942 N7 Transverse Mercator), а также ДДЗ3 Landsat с пространственным разрешением 15 м (Landsat 7 ETM+). Определение морфометрических параметров озера проводилось с использованием GPS-навигатора Garmin72 и эхолота Garmin Fishfinder 140. Для сбора, интеграции, анализа и визуализации пространственной и связанной с ней атрибутивной информации была создана локальная тематическая ГИС «Озеро Литвин». Векторизация слоев топографической карты, моделирование и геоинформационный анализ проводились с использованием возможностей модулей 3D Analyst и Spatial Analyst ГИС ArcGIS 10.0, ГИС Global Mapper 10.02 (GM) и Surfer 8.04 (Golden Software) [6]. На первом этапе исследования проводился сбор первичной информации о состоянии ландшафтов окрестностей озера Литвин. Второй этап был посвящен лабораторным санитарно-химическим исследованиям качества воды. На третьем этапе определялись морфометрические характеристики озера [1] и проводился геоинформационный анализ полученных материалов [4]. Четвертый этап был посвящен анализу перспектив использования озера Литвин в туристско-рекреационных целях и разработке проектной документации на ООПТ регионального значения. На завершающем этапе проводилось обобщение полученных материалов.

Результаты исследования. Озеро Литвин Южского района равноудалено (2,5 км) от двух наиболее приближенных к нему населенных пунктов – села Хотимль и деревни Емельяново. Форма озера представляет собой практически идеальный круг, диаметром в среднем 260 метров. Координаты озера: широта N56°38'14.37", долгота E41°41'2.77". Озеро располагается в болотистой местности с многочисленными карстовыми провалами. Само озеро также, предположительно, карстового происхождения. Берега пологие, густо поросшие деревьями и кустарниками. К озеру можно подойти только с одного направления – с северной стороны. По берегам располагается несколько бобровых хаток. В окрестностях озера нами обнаружена популяция растения, включенного в Красную книгу Ивановской области, – зимолюбки зонтичной (*Chimáphila umbelláta*) [3]. Она находится в молодом сосняке брусничнике на границе с вырубкой, отмечены три небольшие группы особей на площади 6 м².

Для проведения санитарно-химического, микробиологического и паразитологического исследования были взяты пробы воды из озера Литвин (таблица 1).

Таблица 1. Санитарно-химическое исследование воды озера Литвин

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследования	Гигиенический норматив	Единицы измерения	НД на методы исследований
1	Запах при 20°	1	не более 2	баллы	ГОСТ 3351-74
2	Запах при 60°	2	не более 2	баллы	ГОСТ 3351-74
3	Цветность	113,2	не более 35	градусы	ГОСТ Р 52769-07
4	Водородный показатель	7,1	в пределах 6,5-8,5	единиц рН	ПНД Ф 14.2:3:4.121-97
5	Железо	0,01	не более 0,3	мг/дм ³	ГОСТ 4011-72
6	Марганец	0,09	не более 0,1	мг/дм ³	ГОСТ 4974-72
7	Нитраты	1,47	не более 45,0	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.4096
8	Сухой остаток	162,7	не более 1000,0	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:114-97
9	Сульфаты	1,5	не более 500,0	мг/дм ³	ГОСТ 4389-72
10	Хлориды	3,0	не более 350,0	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.96-97
11	Ион-аммония	0,13	не более 1,5	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1.1-95
12	Свинец	0,003	не более 0,01	мг/дм ³	ГОСТ 18293-72
13	Щёлочность	2,4	не более 5,0	мили-моль/дм ³	ЦВ 1.01.11-98 «А»
14	Нитрит-ион	0,02	не более 3,3	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.3-95
15	Растворимый кислород	5,9	не менее 4,0	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
16	БПК-3	2,1	не более 3,0	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97

Высокий показатель цветности воды (113,2 при гигиеническом нормативе не более 35) обусловлен, прежде всего, большим количеством донных органических отложений толщиной до 2 метров. Такой слой органики на дне озера, позволяет высказать предположение, о том, что карстовый провал образовался непосредственно на месте болота. Концентрация химических веществ, содержащихся в воде озера, не превышает установленные гигиенические нормативы. Содержание общих колиформных бактерий, термотолерантных колиформных бактерий и коли-фагов многократно ниже гигиенических нормативов, а патогенные микроорганизмы, жизнеспособные яйца гельминтов и цисты патогенных простейших не выявлены. Исследуемый образец воды соответствует СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

По материалам полевых исследований и геоинформационного анализа были определены морфометрические показатели озера Литвин [1].

Таблица 2. Географическое положение и морфометрические показатели озера Литвин

Характеристика	оз. Литвин
Северная широта	N 56°38'14.37"
Восточная долгота	E41°41'2.77"
Высота над уровнем моря	87 м
Площадь озера (с островами)	0,053км ²
Акватория озера (без островов)	0,053км ²

Длина береговой линии (без островов)	0,816 км
Общая длина береговой линии	0,816 км
Развитие береговой линии (без островов)	0,993
Морфологический тип озера	Круглое
Объем озера	4,947
Средняя глубина	1,8 м
Максимальная глубина	2,8 м
Средняя ширина	0,204 км
Длина озера	0,260 км
Ширина озера	0,260 км
Отношение площади озера к длине береговой линии	0,065
Отношение длины береговой линии к площади озера	15,396

Общее представление о подводном рельефе и современных геоморфологических процессах дает батиметрическая схема (рис. 1).

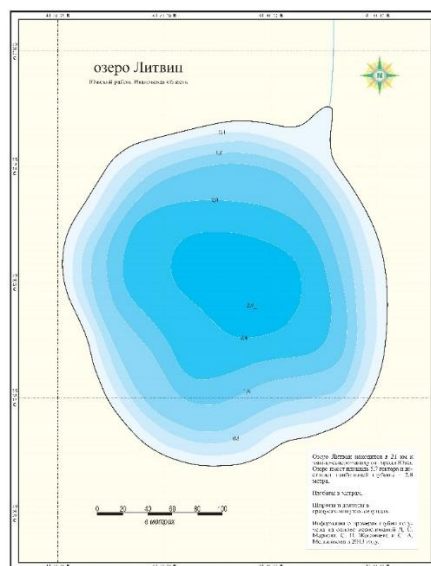


Рис. 1. Батиметрическая схема озера Литвин

Географическое положение и проект схемы функционального зонирования озера Литвин приведен на картосхеме, составленной с помощью комплекса методов и моделей, реализуемых в ГИС на основе картографических материалов масштаба 1:10000.

Учитывая высокую эстетическую привлекательность и показатели качества воды в озере Литвин, рекомендуется присвоить ей статус ООПТ местного значения. Площадь перспективной ООПТ составляет 7,24 га (периметр 999 м). Площадь охранной зоны – 29,1 га (периметр 2270 м). Использование перспективной ООПТ «Озеро Литвин» должно осуществляться в соответствии с основными принципами водного законодательства, которое предусматривает приоритет охраны водных объектов перед их использованием. Использование водных объектов не должно оказывать негативное воздействие на окружающую среду (Водный Кодекс РФ, 2007, статья 3 п. 2).

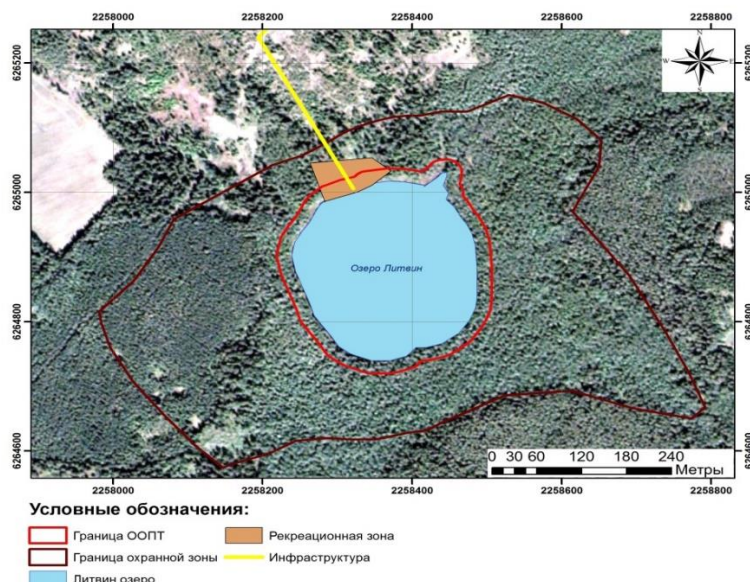


Рис. 2. Ситуационный план и схема перспективного развития территории озера Литвин (составлена авторами в ГИС ArcGIS 10.0 (ESRI))

Выводы. При проведении исследования была проведена экологическая оценка рекреационных ландшафтов в окрестностях озера Литвин с использованием современных методов геоинформационного анализа. Было составлено комплексное описание озера Литвин, выполнены лабораторные исследования воды, которые показали, что вода в озере чистая и все её показатели соответствуют гигиеническим нормативам, за исключением цветности. Были определены морфометрические показатели озера. По материалам работы был подготовлен проект схемы экологической организации территории и функционального зонирования окрестностей озера Литвин. На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что озеро Литвин не рекомендуется использовать для массовой рекреации. Антропогенная деятельность может эффективно реализовываться только на северном участке рекреационной зоны. В противном случае она неизбежно приведет к деградации ландшафтов в окрестностях озера и поставит под угрозу существование популяции *Chimáphila umbelláta*, произрастающей в данной местности. Рельеф берегов и структура дна озера также не способствуют реализации эффективной рекреационной деятельности. Однако при этом ландшафты в окрестностях озера представляют возможности для реализации отдельных рекреационных модулей, в первую очередь, связанных тихим околководным отдыхом, рыбалкой и экологическим туризмом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 395 с.
2. 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.
3. Красная книга Ивановской области. Т. 2: Растения и грибы / под ред. В.А. Исаева. – Иваново: ИПК «ПрессСто», 2010. – 192 с.
4. Марков Д.С. Мониторинг и прогнозирование опасных природных явлений с использованием ГИС-инструментария // ОБЖ: Основы безопасности жизни. – 2017. – № 1. – С. 44-49.

5. Марков Д.С., Шилов М.П. Геоэкологическая характеристика озера Ламна Ивановской области как объекта рекреации // Проблемы региональной экологии. – 2012. – №2. – С. 113-118.

6. Historical GIS: Technologies, Methodologies and Scholarship / I. Gregory, P. Ell. – Cambridge: Cambridge university Press, 2007. – P. 227.

УДК 311

А. Г. Мулендеев^{1,2}, Ж. Ф. Гессе¹

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²Главное управление МЧС России по Республике Татарстан

О ПОЖАРАХ НА ТРАНСПОРТЕ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Аннотация: в работе рассматриваются статистические данные по пожарам на транспорте в Республике Татарстан за 2015-2019 гг. Отмечаются наиболее распространенные причины пожаров на транспорте.

Ключевые слова: пожар, статистика пожаров, транспорт, Республика Татарстан.

A. G. Mulendeev, Zh. F. Gesse

ABOUT TRANSPORT FIRES IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract: the paper deals with the statistical data of fires transport in the Republic of Tatarstan during 2015-2019 years. The most common causes of transport fires are noted.

Keywords: fire, fire statistics, transport, Republic of Tatarstan.

Возгорание транспорта является одной из самых опасных ситуаций. Пожар в таком случае опасен тем, что начинаться он может незаметно, а распространяется достаточно быстро за счет наличия горючих жидкостей. Согласно статистике пожаров на транспорте в Республике Татарстан, в период с 2015 г. по 2019 г. было зарегистрировано более 1000 пожаров (учет пожаров в 2019 г. произведен в соответствии с [7] без учета изменений [8] с целью единообразного и наглядного отображения информации в сравнении с 2015-2018 гг.), количество погибших – 4 человека, травмированных – 30 человек, материальный ущерб составил около 29 млн руб. [1-5].

Как следует из рисунка 1, в абсолютных значениях количество пожаров в 2019 г. по сравнению с 2015 г. снизилось на 48 ед. Однако, несмотря на общую динамику по снижению количества пожаров на транспорте, их число остается по-прежнему высоким.

Количество погибших и травмированных людей на пожарах на транспорте в Республике Татарстан за последние 5 лет остается практически неизменным, исключение составляет 2016 г. (рис. 2). Особое внимание обращает на себя величина нанесенного материального ущерба (рис. 3).

На данный момент количество пожаров на транспорте в Республике Татарстан составляет около 7 % от всего количества происшедших пожаров в год (рис. 4).

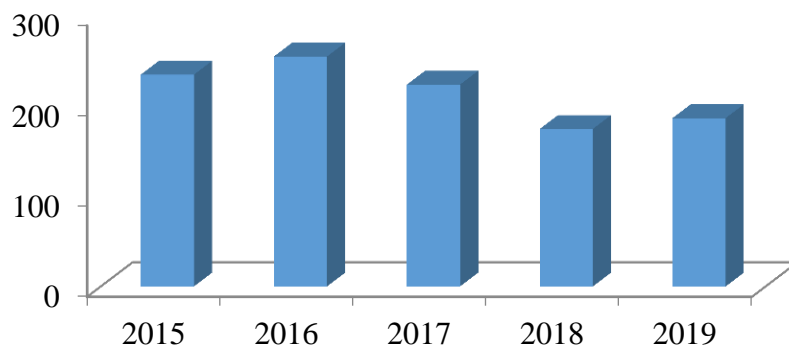


Рис. 1. Количество пожаров на транспорте в Республике Татарстан в 2015-2019 гг.

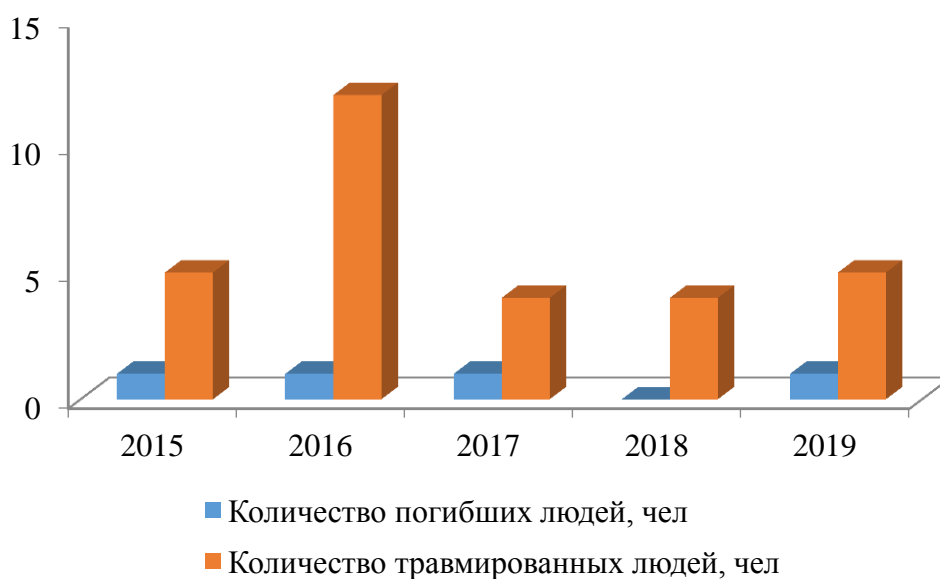


Рис. 2. Количество погибших и травмированных людей на пожарах на транспорте в Республике Татарстан в 2015-2019 гг.

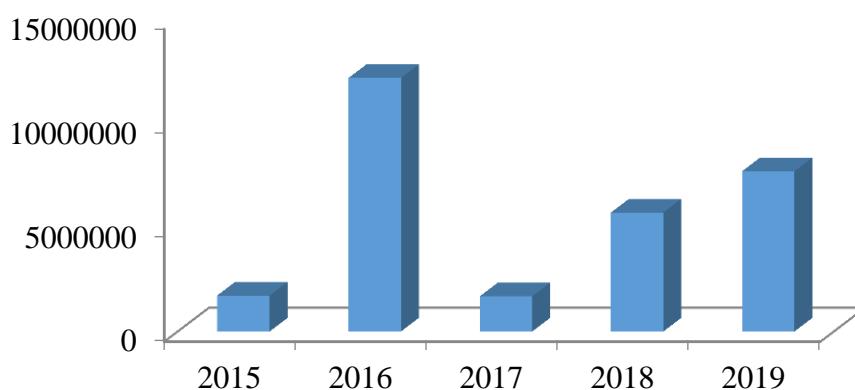


Рис. 3. Прямой материальный ущерб в результате пожаров на транспорте в Республике Татарстан в 2015-2019 гг.

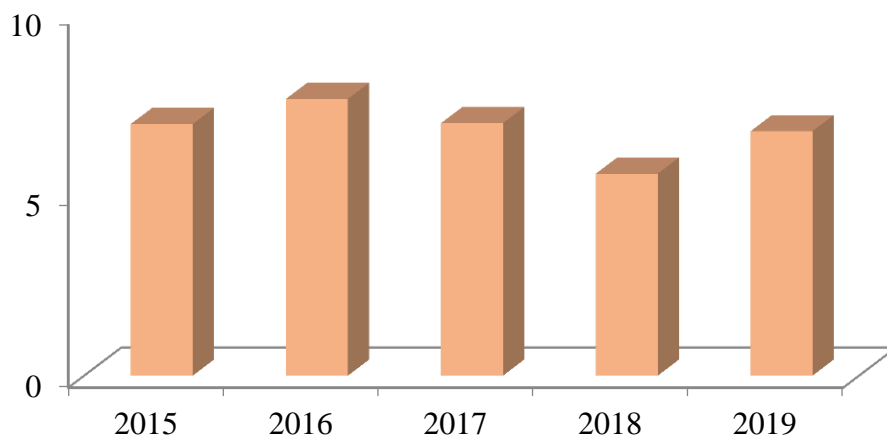


Рис. 4. Доля пожаров (в %) на транспорте от общего количества пожаров в Республике Татарстан в 2015-2019 гг.

Общее количество пожаров в Республике Татарстан и количество пожаров на транспорте в период с 2015 г. по 2019 г. представлено на рисунке 5. Наблюдается тенденция к снижению общего числа пожаров на территории рассматриваемого субъекта. Однако число пожаров на транспорте в год сохраняет свое значение.

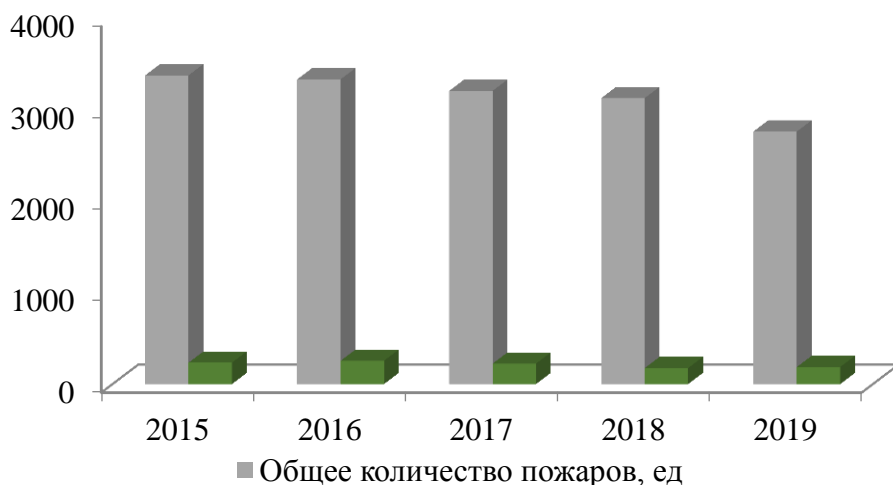


Рис. 5. Обстановка с пожарами в целом и на транспорте в Республике Татарстан в 2015-2019 гг.

На основании вышеизложенного, с уверенностью можно заключить, что проблема обеспечения пожарной безопасности на транспорте, по-прежнему, остается актуальной. В России среди основных причин пожаров транспортных средств около 50% составляют нарушения правил устройства и эксплуатации транспортных средств, поджоги, чуть меньше – неосторожное обращение с огнем и прочие причины [6]. Аналогичная ситуация наблюдается и в Республике Татарстан.

Наибольшее количество пожаров происходит на легковых и грузовых автомобилях, что связано с их техническим состоянием, правилами устройства и эксплуатации. Около 5 % приходится на прочую технику, в числе которой наибольшее количество составляет сельскохозяйственная техника и трактора, пожары на которых влекут за собой значительный

материальный ущерб. В Республике Татарстан рост материального ущерба в результате пожаров на транспорте в значительной мере обусловлен именно этой причиной.

С целью снижения возможности возникновения горения на транспорте, владельцам следует содержать электрооборудование транспорта в надлежащем состоянии, следить за исправностью топливной системы двигателя, периодически проверять изоляцию проводов, рекомендуется не оставлять посторонние вещи в моторном отсеке. На случай возгорания необходимо держать огнетушитель в доступном месте. Во всяком случае, именно профилактика играет определяющую роль в снижении числа пожаров и уменьшении суммы наносимого материального ущерба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ деятельности Управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России в Республике Татарстан за 2015 г.
2. Анализ деятельности Управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России в Республике Татарстан за 2016 г.
3. Анализ деятельности Управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России в Республике Татарстан за 2017 г.
4. Анализ деятельности Управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России в Республике Татарстан за 2018 г.
5. Анализ деятельности Управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России в Республике Татарстан за 2019 г.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: статистический сборник / Под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
7. Приказ МЧС РФ от 21 ноября 2008 г. № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий».
8. Приказ МЧС России от 8 октября 2018 г. № 431 «О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714».

УДК 619+664.97

Е. А. Помогаева, А. Н. Гундарева О. И. Жукова

ФГБОУ ВО Астраханский Государственные Технический Университет

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ МОЛОКА, РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЛАКТИРУЮЩИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ, ПРИ ЕГО ЗАМОРОЗКИ

Аннотация. Приведены результаты исследований органолептического, физико-химического и микробиологического состава коровьего, козьего, овечьего, кобыльего, верблюжьего и буйволиного молока, до и после его заморозки, а так же в процессе его хранения. Установлено, что молоко разных видов лактирующих сельскохозяйственных животных выдерживает хранение в замороженном виде без существенных изменений в его физико-химическом составе.

Ключевые слова: молоко, замораживания, лактирующие сельскохозяйственные животные, физико-химические показатели молока, состав, хранение, замораживания.

E. A. Pomogaeva, A. N. Gundareva O. I. Zhukova

EVALUATION OF INDICATORS OF BIOLOGICAL VALUE OF MILK, VARIOUS TYPES OF LACTATING AGRICULTURAL ANIMALS, UNDER FREEZING

Abstract: The results of studies of the organoleptic, physico-chemical and microbiological composition of cow, goat, sheep, mare, camel and buffalo milk, before and after its freezing, as well as during storage, are presented. It has been established that milk of various types of lactating farm animals can withstand storage in frozen form without significant changes in its physico-chemical composition.

Keywords: milk, freezing, lactating farm animals, physico-chemical characteristics of milk, composition, storage, freezing.

В России, как и в большинстве стран мира, коровье молоко является самым распространенным. Несмотря на доступность и полезные свойства, не все люди могут употреблять коровье молоко в пищу из-за наличия в нем веществ, вызывающих аллергию [11].

Козье молоко традиционно считается менее аллергенным по сравнению с коровьим, однако, и оно, хоть и в меньшей степени, но способно вызывать аллергию. Верблюжье молоко, по мнению ряда авторов, значительно менее аллергенно, чем коровье и козье молоко [12].

Кроме того, молоко таких видов животных как буйволицы, верблюдицы, кобылицы, в последние годы стали пользоваться большой популярностью. Связано это с их высокой биологической ценностью, а так же с тем, что данные виды молока стали использоваться в качестве нетрадиционного лекарства для лечения таких тяжелых болезней как рак, лейкемия.

При употреблении данных видов молока необходимо использовать качественный продукт, который соответствует всем показателем безопасности сырья.

В настоящее время широко используется верблюжье, кобылье и буйволиное молоко для лечения различных заболеваний.

Основными под отраслями животноводства Астраханской области являются: скотоводство (разведение крупного рогатого скота), овцеводство, птицеводство, табунное коневодство, верблюдоводство и свиноводство.

Волжское понизовье является уникальным регионом России, где тесно переплетены интересы сельского, рыбного и водного хозяйств и с ними связанных перерабатывающих предприятий.

Астраханская область имеет благоприятные условия для содержания данных видов животных, и получения от них молока. Однако животные данного вида не дают больших объемов молока, что приводит к сбору молока от нескольких животных одного вида. Замораживание молока в условиях Астраханского региона является наиболее приемлемым способом консервирования, в связи с тем, что пастбища находятся в удаленных от городской черты районах, что позволяет сохранить его состав и свойства.

В связи с этим целью данной работы являлось, определение изменения состава молока, разных видов лактирующих сельскохозяйственных животных, в процессе его заморозки и дальнейшего хранения ($t -22 \pm 2^\circ\text{C}$).

В связи с поставленной целью решались следующие задачи. Исследовать влияния заморозки и дальнейшего хранения на качество молока; изучить изменений содержания физико-химических свойств молока разных видов сельскохозяйственных животных.

Органолептические показатели (цвет, вкус, запах, консистенция) имеют большое значение при оценке качества молока, гораздо большее, чем химический состав и пищевая ценность и влияют на выбор потребителей, что, в конечном счете, формируют их спрос.

Оценку органолептических показателей молока осуществляли в соответствии с ГОСТ 31449-2013, ГОСТ 32940-2014, ГОСТ Р 52973-2008, СТ РК 166-2015 и Правилами

ветеринарно-санитарной экспертизы молока и молочных продуктов. По результатам проведенного органолептического исследования все отобранные образцы, как до, так и после заморозки, соответствовали требованиям нормативной документации. Овечье молоко отличалось сильным специфическим запахом, который свойственен данному виду молока. Кобылье молоко так же обладало легким специфическим запахом и имело более жидкую консистенцию, в сравнении с остальными видами молока.

Важный показатель, характеризующий качество молока – содержание в нем соматических клеток, являющихся критерием и индикатором состояния здоровья животных, от которых получена продукция. Этот показатель не зависит от способов хранения молока. Но его присутствие может влиять на его свойства. Все пробы молока исследовались на определение соматических клеток (рис. 1).

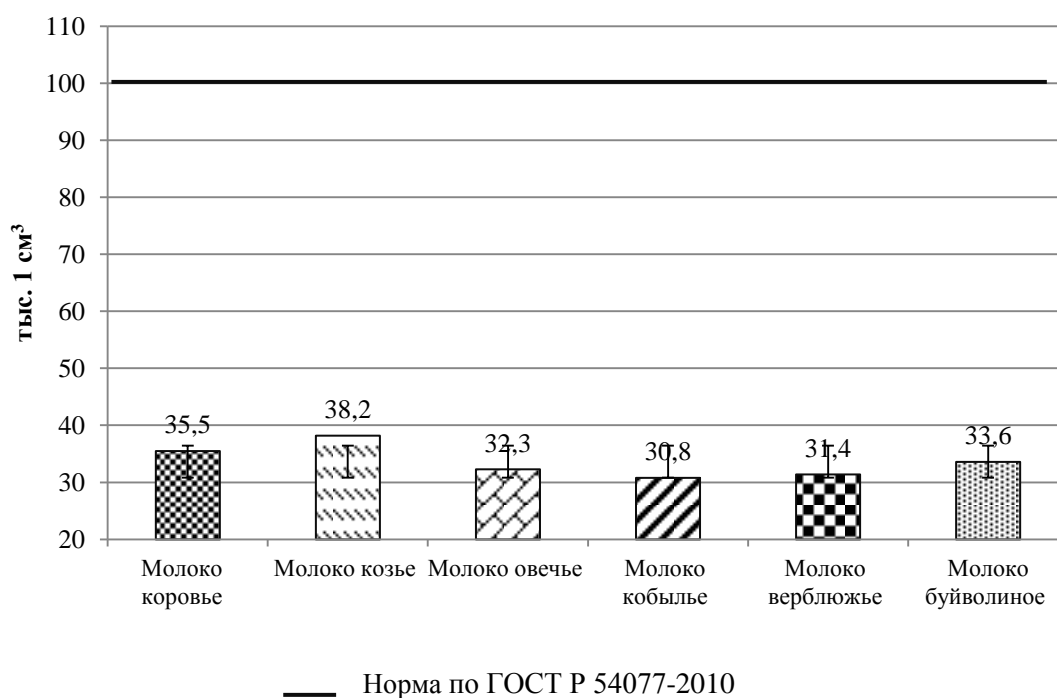


Рис. 1. Количество соматических клеток в исследованных пробах молока

По результатам проведенных исследований установлено, что количество соматических клеток не превышает предельно допустимую норму и составляет менее 100 тыс. 1 см³. Следовательно все исследуемые образцы получены от здоровых животных и соответствуют требованиям ГОСТ Р 54077-2010.

В таблице 1 представлены данные по изменению физико-химических показателей исследуемых проб молока после замораживания и в процессе хранения (3 месяца) при отрицательных температурах ($t = -22 \pm 2$ °C). Как видно из данных таблицы 1, в процессе хранения наблюдается небольшое снижение показателя белка, в т.ч. казеина и альбумина, а кислотности, количество лактозы и СОМО увеличивается. Существенные изменения отмечены в содержании витамина С.

Таблица 1. Физико-химические показатели молока разных видов сельскохозяйственных животных до заморозки и после заморозки и хранения

Показатели	Коровье молоко		Козье молоко		Овечье молоко	
	до	после	до	после	до	после
Жирность %	2,95±0,1	2,95±0,1	4,52±0,1	4,52±0,1	7,28±0,1	7,28±0,1
Плотность кг/м ³	1032,11±0,3	1032,34±0,3	1029,02±0,3	1029,21±0,3	1034,44±0,3	1034,44±0,3
СОМО%	9,08±0,2	9,1±0,2	8,34±0,2	8,37±0,2	8,250,2	8,31±0,2
Белок (общ) %	3,28±0,1	3,24±0,1	3,95±0,1	3,93±0,1	5,91±0,1	5,89±0,1
Казеин 100 мл/г	2,7±0,6	2,6±0,4	3,9±0,2	3,8±0,8	4,9±0,2	4,9±0,1
Альбумин 100 мл/г	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,4±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1
Глобулин 100 мл/мл	0,2±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,1±0,1	0,1±0,1
Лактоза 100 мл/г	4,49±0,3	4,91±0,2	3,39±0,5	3,80±0,2	4,31±0,4	5,21±0,1
Кальций 100 мл\мг	120±0,5	116±0,6	154±0,2	150±0,4	187±0,1	184±0,5
Фосфор 100 мл\мг	84±0,4	84±0,2	86±0,5	85±0,1	142±0,3	141±0,6
Кислотность Т°	16,7±0,8	17,1±0,3	15,2±0,5	15,7±0,2	19,6±0,4	20,01±0,1
Витамин С 100 мл\мг	1,5±0,1	1,2±0,8	1,3±0,3	0,9±0,5	4,2±0,1	3,9±0,6
Показатели	Кобылье молоко		Верблюжье молоко		Буйволиное молоко	
	до	после	до	после	до	после
Жирность %	1,92±0,1	1,92±0,1	4,72±0,1	4,72±0,1	8,31±0,1	8,31±0,1
Плотность кг/м ³	1033,64±0,3	1033,68±0,3	1032,94±0,3	1032,96±0,3	1029,91±0,3	1029,98±0,3
СОМО%	9,01±0,2	9,08±0,2	8,99±0,2	9,17±0,2	9,84±0,2	9,97±0,2
Белок (общ) %	2,20±0,1	2,20±0,1	3,86±0,1	3,82±0,1	5,62±0,1	5,58±0,1
Казеин 100 мл/г	1,7±0,3	1,6±0,1	3,8±0,3	3,8±0,3	4,2±0,2	4,1±0,4
Альбумин 100 мл/г	0,9±0,1	0,9±0,1	0,4±0,1	0,3±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1
Глобулин 100 мл/мл	0,3±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	0,2±0,1	0,2±0,1
Лактоза 100 мл/г	5,30±0,4	6,42±0,3	5,05±0,6	5,96±0,1	4,95±0,3	5,43±0,2
Кальций 100 мл\мг	81±0,3	77±0,7	175±0,2	172±0,5	182±0,4	178±0,2

Фосфор 100 мл\мг	58±0,2	58±0,5	97±0,3	97±0,5	112±0,1	110±0,2
Кислотность Т°	4,8±0,3	5,1±0,5	14,3±0,1	15,0±0,6	15,4±0,2	15,9±0,4
Витамин С 100 мл\мг	13,5±0,4	12,9±0,3	5,4±0,1	5,0±0,1	8,3±0,2	7,9±0,4

Микробиологические показатели молока оказывают не только существенное, но и часто решающее влияние на его свойства и свойство. Основным из микробиологических показателей в молоке является КМАФАнМ. С его помощью определяют частоту и сортность молока. В таблице 2 представлены микробиологические показатели и их изменения в ходе замораживания и хранения молока. Показатель ОМЧ изменились после замораживания, оно стало меньше, что положительно влияет на сохранения продукта.

Таблица 2. **Микробиологические показатели молока до и после замораживания**

Наименование образцов	Микробиологические показатели					
	КМАФАнМ КОЕ\мл		Дрожжи		Молочнокислые бактерии	
	до	после	до	после	до	после
Молоко коровье	$4 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$
Молоко козье	$3 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$
Молоко овечье	$3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$
Молоко кобылье	$1 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$
Молоко верблюжье	$2 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$
Молоко буйволиное	$2 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$

Результаты исследований влияния замораживания на сохранение питательных веществ и физико-химических свойств в молоке разных лактирующих сельскохозяйственных животных показали, что процесс замораживания практически не влияет на биохимический состав молока. Молоко выдерживает хранение в течении трех месяцев, при этом потери в физико-химических показателях – не значительные. Обобщая вышеизложенное, можно с уверенностью говорить о том, что все виды исследуемого молока выдерживают заморозку и хранение при отрицательных температурах и остаются пригодными для употребления в пищу или для производства молочной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 10444.12–88 «Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов» [Электронный ресурс]. – <http://www.docs.cntd.ru>
2. ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов» [Электронный ресурс]. – <http://www.docs.cntd.ru>
3. ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия» [Электронный ресурс]. – <http://www.docs.cntd.ru>
4. ГОСТ 32940-2014 «Молоко козье сырое. Технические условия (с Поправкой)» [Электронный ресурс]. – <http://www.docs.cntd.ru>
5. ГОСТ Р 52973-2008 «Молоко кобылье сырое. Технические условия» [Электронный ресурс]. – <http://www.docs.cntd.ru>
6. ГОСТ Р 54077-2010 Молоко. Методы определения количества соматических клеток по изменению вязкости [Электронный ресурс]. – <http://www.docs.cntd.ru>

7. Правила ветеринарно-санитарной экспертизы молока и молочных продуктов на рынках [Текст]: РД 153–34.0–03.205–2001: утв. утв. Минсельхозом СССР 01.07.1976. – М.: ЭНАС, 1976 – 16 с. : ил. ; 22см. – 50000 экз.

8. СанПин 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – <http://www.docs.cntd.ru>.

9. СТ РК 166-2015 Молоко верблюжье для переработки. Технические условия [Электронный ресурс]. – <http://www.docs.cntd.ru>.

10. ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции" (с изменениями на 20 декабря 2017 года) (редакция, действующая с 15 июля 2018 года)[Электронный ресурс]. – <http://www.docs.cntd.ru>

11. Харитонов В.Д., Будрик В.Г., Агаркова Е.Ю. Перспективы разработки новых функциональных молочных продуктов для людей с непереносимостью белков молока // Молочная река. 2012. № 4. С. 22-24.

12. Шуваригов А.С., Цветкова В.А., Пастух О.Н. Оценка коровьего, козьего и верблюжьего молока на аллергенность // Овцы, козы, шерстяное дело. 2014. № 4. С. 31-33.

**РАЗДЕЛ 3.
ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

УДК 159.9.072

Р. Г. Алиев, М. Г. Есина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ФИЛОСОФИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ДУХОВНОЙ СФЕРЕ

Аннотация: в статье описаны факторы, вызывающие развитие стресса у обучающихся в ВУЗе, их воздействие на психологическое и эмоциональное состояния.

Ключевые слова: стресс, учебная деятельность, стрессоустойчивость, критическое мышление, безопасность.

R. G. Aliev, M. G. Esina

SPIRITUAL SAFETY PHILOSOPHY

Abstract: The article describes the factors that cause the development of stress in students at the university, their impact on the psychological and emotional states.

Keywords: stress, training activities, stress resistance, critical thinking, safety.

Новое тысячелетие накладывает определённый отпечаток на мировоззренческие установки людей. Развитие технологий предопределило торжество гносеологической позиции. Была создана сеть «Интернет», значительное развитие получило телевидение. Научно-технический прогресс сделал гигантский скачок на пути развития человечества. Наука стремится вперед семимильными шагами. Мир, сам по себе, стал более информационно насыщенным.

Ранее знания (в ряде случаев – наука) были привилегией абсолютного меньшинства, но все изменилось; теперь информация стала бытовой необходимостью.

Серьезное развитие получили такие науки как: ядерная физика, квантовая физика, химия, а также практическая психология и другие, связанные с ней, междисциплинарные области научного знания (например – НЛП – нейролингвистическое программирование). Не стоят на месте также и нанотехнологии, отрасли, направленные на создание сложных вычислительных приборов. На данный момент человечество способно создать компьютер с такими возможностями и потенциалом, что он будет в состоянии обрабатывать объемы информации, сравнимые с данными от всех видеокамер по Земному шару, для оперативного нахождения того или иного события или человека.

В социально-политической и духовной сфере значительно выросла роль средств массовой информации. Еще в конце 20 века сформировались основные формы, средства и технологии массовой манипуляции обществом посредством использования потенциала средств передачи информации (СМИ). СМИ стали главным внутривнутриполитическим

инструментом манипулирования людьми. Исходя из всего вышесказанного, актуальность данной темы налицо.

Именно на данной стороне вопроса мы и акцентируем своё внимание. С развитием этой «нестандартной» науки ученые стали более тонко понимать внутренний духовный, психический мир человека и его подсознание; появились новые методы воздействия на сознание и, как следствие, поведение человека.

Этим не могли не воспользоваться руководящие круги и эти методы активно используются при пропаганде того или иного аспекта нашей жизни. Благодаря массовому возведению приёмопередающих и принимающих устройств, и совершенствованию смартфонов и скоростей мобильного интернета, просмотр телепередач и других информационных ресурсов теперь возможен абсолютно в любом месте и люди этим активно пользуются. Нельзя утверждать, что это плохо. Ведь доступность информации – это настоящее технологическое чудо, но у каждой, даже самой заманчивой и с виду привлекательной новации есть и обратная сторона. Повсеместность использования гаджетов приводит к психологической зависимости, чаще всего от социальных сетей, в которых идет явная пропаганда интересов определённых классов всего чего только можно. Помимо этого, постоянно идет пропаганда тех или иных событий, чаще всего это информация вещается по телевидению. Стратегия «Отвлечения внимания» активно применяется по государственных телеканалах нашей страны и, зачастую, вместо важнейших событий, происходящих у нас в стране, нам все больше и больше показывают новости более мелкого характера, но в большом количестве, чтобы у нас не хватило времени думать о серьезных проблемах. Также применяются такие стратегии как: «Скрытие информации, ее постепенная подача, во избежание общественного резонанса; откладывание больших решений, а также банальное извращение информации в том русле, которое было бы выгодно информирующему органу; давление на совесть и психологическое воздействие» Как вы видите, методов убеждения огромное количество и каждый из них по-своему эффективен. Даже простое телевидение поэтому надо большой осторожностью относиться к новой информации. Такой термин как критическое мышление возник относительно недавно и, к большому сожалению, не нашел в широких массах популярности. Критическое мышление – это более высокий уровень мышления, который заключается в постановке любого факта под сомнение, необходимости в доказательствах.

Простыми словами – это умение рассуждать и делать собственные выводы. Причём это касается всего: экономики, политики, директив начальника на работе, системы обучения ребёнка в школе, технологии приготовления блюда и т. д. То есть это личное мнение не только по поводу глобальных проблем человечества и тем, активно обсуждаемых в СМИ. Это свой собственный взгляд на всё происходящее вокруг, включая даже самые мелкие бытовые вопросы.

Человек, обладающий критическим мышлением способен:

- устанавливать причинно-следственные связи;
- определять важность информации, отсеивать второстепенные детали;
- признавать и уважать другие мнения;
- оценивать;
- аргументировать;
- брать ответственность за свой выбор;
- выявлять несоответствия и ошибки, открыто, но деликатно указывать на них;
- последовательно и планомерно решать проблемы.

Незрелое подростковое сознание еще не способно грамотно фильтровать поступающую информацию, оно еще даже не знает, что такое критическое мышление. Благодаря этому и происходит манипуляция народными массами. Как же они это делают?

Можно смело утверждать, что в современном мире роль средств массовой информации в формировании массового сознания приобретает чудовищные размеры: в сознании людей только те события осознаются по-настоящему реальными, которые нашли отражение на экране телевизора или стали новостью мировой сети. Почему это произошло? Вероятно, потому, что зрительный ряд обычно не требует словесного или письменного описания. Информация, получаемая зрителем, носит в значительной мере целостный, образный характер, а потому и весьма доступна. Однако телевидение, например, не только дает возможность получить необходимую, текущую, событийную информацию, не только организует досуг, отдых, развлечение, оно еще и формирует вкусы, потребности населения, его отношение ко всем политическим проблемам. Это очень важно иметь в виду, переходя к анализу интересующего нас понятия – «манипуляция». Ни для кого не секрет, что телевидение и другие средства производства массовой культуры находятся под контролем политических и экономических элит и служат их интересам, то есть используются в качестве одного из ведущих инструментов манипулирования сознанием масс.

Если обратиться к истокам возникновения термина «манипуляция», то мы увидим, что он претерпел некоторые изменения в своем значении. В неметафорическом значении термин «манипуляция» – это сложные виды действий, выполняемых руками, требующих мастерства и сноровки. Латинский прародитель термина-*manipulus*- имеет два значения:

- пригоршня, горсть
- маленькая группа, кучка, горсточка.

Переходной ступенью к метафоре явилось использование термина «манипуляция» применительно к демонстрации фокусов и карточным играм, где ценится искусность в проведении ложных отвлекающих приемов, в сокрытии истинных действий и создании обманчивого впечатления, иллюзии. В метафорическом значении манипуляция может быть определена как «акт влияния на людей или управления ими или вещами с ловкостью... как скрытое управление или обработка»

Этот факт не несет категоричного ответа на вопрос: «Положительно или негативно это влияет на социум». С одной стороны, по средствам массовой информации государство демонстрирует достижения и прорывы нашей страны, тем самым способствует патриотическому воспитанию подрастающего поколения. Дает знать о возникающих проблемах и путях их решения. Также в перечень задач входит оповещение граждан о возникновении ЧС природного и Техногенного характера, своевременно информируя о необходимых действиях по выживанию, эвакуации с что является частью Единой государственной системы по предупреждению и ликвидации ЧС. Эта система за время своего существования, способствовала спасению не одного десятка тысяч мирных граждан, поэтому ее роль нельзя недооценивать. С другой стороны, достоверность предоставляемой информации по негосударственным каналам оставляет желать лучшего. Иностранские мультфильмы, кинокомедии и т.д. настолько сильно закрепились в нашей повседневной жизни, что мы не способны представить обычный день без них. Впечатлительные дети и подростки не способны грамотно фильтровать поступающую в их мозг информацию. Такой термин как критическое мышление, к сожалению, известен совсем немногим и это не преподаётся в школе, ВУЗах и т.д. По этой причине каждый уважающих себе родитель должен объяснить своему чаду, что верить надо абсолютно не всему тому, что пишут и сначала надо хорошенько обдумать. Как говорил один философ «Подвергай все сомнению», «Я не сомневаюсь только в том, что я сомневаюсь». В разумных пределах это должно стать

девизом вашей повседневной жизни. Несомненно, телеканалы вещают огромное количество полезной информации, отвергать которую было бы нелогично. Каждый человек должен научиться находить золотую середину, гармонию в этом непростом деле.

Духовная безопасность – это как недостающий момент в посредничестве между субъектом и чем-то другим для обеспечения безопасности. Все большее число людей могут с уверенностью заявить, что 21 век — век информационных технологий, потому что эти самые технологии не отпускают их в реальную жизнь.

В культуре наблюдается тенденция к массовости, возникает и развивается массовая культура. Возникает ряд субкультур со своими уникальными характеристиками: языком (арго), предпочтениями, ценностями. Возникает киберспорт, по которому регулярно проводятся мировые соревнования. Растет популярность социальных сетей и интернет-СМИ – огромные расстояния превращаются в ничто, мир становится «глобальным городом». Поиск своей личности становится проблемой, а насилие – одним из главных средств самовыражения (М. Маклюэн, «Пробуждение Маклюэна»).

В одном из выступлений, Маршалл Маклюэн отмечает рождение нового, электронного (то есть информационного) человека: «Мы говорим о грамотном человеке: грамотный человек впитывает все как губка, чего не хочет делать новый электронный человек. Так, грамотность катится с горы». Остро стоит вопрос формирования у людей новой информационной культуры.

Известно, что информация важнейший ресурс общественного развития, поэтому актуальным и уместным представляется не только провозглашение в законодательстве принципа достоверности информации как исходного основания информационного права, но и его реализация. Это станет руководящим началом для укрепления правопорядка и информационной сфере и правовым средством, препятствующим распространению, получению и использованию недостоверной информации.

Проанализировав приведенные подходы и определения, можно также дать следующее, собственно психологическое определение понятию: манипуляция – это вид психического воздействия, используемый для достижения одностороннего выигрыша посредством скрытого побуждения другого к совершению им определенных действий, не совпадающих с его желаниями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1506872>

УДК 371.3

И. Р. Бакулина

ФГБОУ ВО Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С КОНТЕНТОМ ОНЛАЙН-КУРСА «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

Аннотация: в статье приведены результаты наблюдений за работой слушателей массового открытого онлайн-курса «Начертательная геометрия». Эти данные могут быть полезны для модернизации курса, дальнейшего анализа вовлеченности и результативности работы слушателей с

курсом. Полученные результаты будут использоваться для поиска новых решений с целью улучшения взаимодействия слушателей с контентом.

Ключевые слова: массовый открытый онлайн-курс, графические дисциплины, онлайн-обучение, образовательные технологии, инновации в образовании, образовательный контент, видеоресурсы, количество обращений, текстовые материалы.

I. R. Bakulina

ANALYSIS OF STUDENTS INTERACTION WITH THE CONTENT OF THE ONLINE COURSE «DESCRIPTIVE GEOMETRY»

Abstract: the article presents the results of observations on the work of students of the mass open online course «Descriptive geometry». This data can be useful for updating the course, further analyzing the engagement and performance of students with the course. The results obtained will be used to find new solutions to improve the interaction of listeners with content.

Keywords: mass open online course, graphic disciplines, online training, educational technologies, innovations in education, educational content, video resources, number of requests, text materials.

В последние годы университеты осваивают такой формат обучения, как массовые открытые онлайн-курсы (МООК). Задача использования инновационных образовательных технологий в учебном процессе сформулирована в федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования [1]. Процесс разработки и внедрения новых методов и методик обусловлен также перераспределением часов, отводимых на изучение дисциплины, в пользу самостоятельной работы студента. Однозначно, что в этих условиях формат МООК будет востребован, они будут разрабатываться и поддерживаться университетами. Однако специфика читаемых дисциплин очень разнообразна и потребуются разработка новых методик внедрения и интеграции МООК в учебные программы.

Образовательный процесс претерпевает некоторые изменения при использовании МООК в ходе изучения графических дисциплин. МООК позволяет организовать дистанционное образовательное пространство для обучающихся и педагога. Платформы, на которых создаются и размещаются МООК, обладают хорошим набором современных инструментов обучения и контроля знаний, и может использоваться как непосредственно во время аудиторных занятий, так и при самостоятельной работе дистанционно через Интернет.

При этом преподаватели, использующие МООК в учебном процессе, вынуждены пересматривать методики преподавания, и находятся в постоянном поиске оптимального сочетания онлайн формата и традиционной формы обучения. Недостаточно просто создать онлайн-курс, сложнее сделать его востребованным и полезным для слушателей.

Преподавателями кафедры начертательной геометрии и графики Поволжского государственного технологического университета разработан и с февраля 2019 года открыт массовый открытый онлайн-курс «Начертательная геометрия».

Курс содержит пять разделов, всего анализируемых ресурсов 140. Каждый раздел содержит видеуроки и текстовые материалы, тесты для самоконтроля и итогового оценивания:

- раздел 1 «Предмет и метод начертательной геометрии»;
- раздел 2 «Решение на чертеже позиционных задач на взаимное расположение точек, прямых и плоскостей»;
- раздел 3 «Многогранники и кривые поверхности»;
- раздел 4 «Построение чертежей взаимно пересекающихся поверхностей»;
- раздел 5 «Метрические задачи».

На сегодняшний день отсутствует единый стандарт по интеграции МООК в учебный процесс [3]. В настоящее время курс «Начертательная геометрия» интегрирован в учебный

процесс на всех направлениях подготовки студентов. Используется два формата работы: смешанный формат (для студентов очной формы) и дистанционный (для заочных слушателей).

К концу первого семестра 2019-2020 учебного года накоплен достаточный материал для анализа взаимодействия слушателей с ресурсами курса «Начертательная геометрия». Автоматизированный сервис позволяет рассчитать общий параметр взаимодействия, то есть приводит статистику обращений слушателей к каждому ресурсу MOOK. Всего на момент анализа на курсе обучились 592 слушателя.

На рисунке 1 приведена статистика по взаимодействию слушателей с видеоматериалами каждого из пяти разделов.

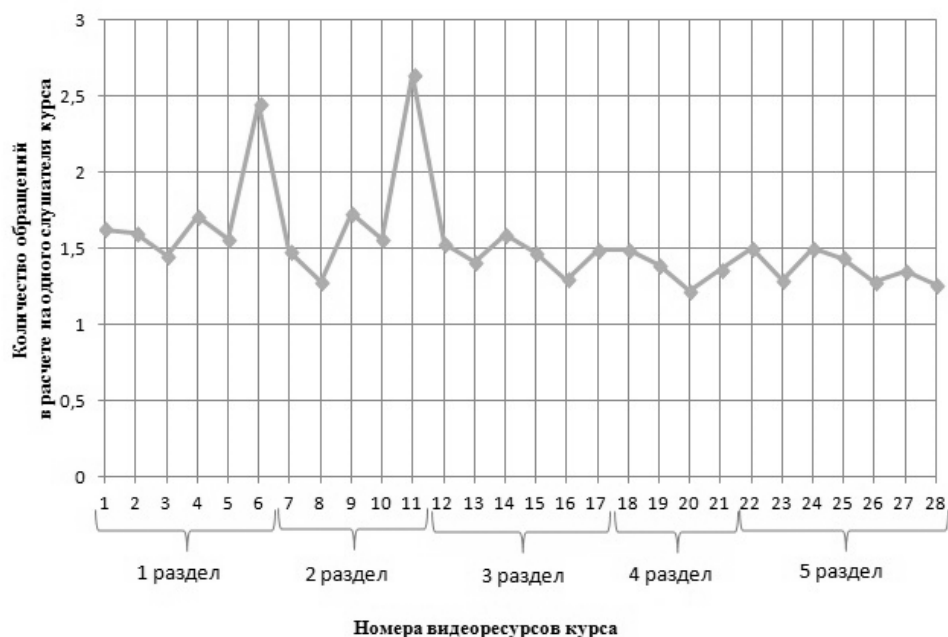


Рис. 1. Динамика взаимодействия слушателей курса с видеоматериалами

Как видно из графика в среднем все видеоуроки просматривались слушателями более 1 раза. Но к 6 и 11 лекции слушатели обращались чаще. Это может быть связано с тем, что материалы этой темы сложны для понимания и требуют более интенсивной работы для усвоения материала. Это лекции связанные с темами «Чертеж плоскости» и «Взаимное положение плоскостей».

Интересно проанализировать и работу с текстовыми материалами, так как авторы разработчики курсов на стадии проектирования часто задумываются, в каком формате подать ту или иную тему, чтобы просто и доступно её раскрыть. И в то же время не затягивать процесс изложения материала. На рисунке 2 представлены результаты работы слушателей курса с текстовыми материалами.

Интересно, что к текстовым материалам слушатели обращались более активно. Почти по всем ресурсам (исключая 13 и 16 темы) количество обращений зафиксировано более 2 раз. Это может быть связано с тем, что при выполнении оцениваемых заданий на курсе, слушателю бывает более удобно пролистать текст, чем прокручивать видеоролик и искать ответ на вопрос. Устный опрос студентов это предположение подтвердил. Темы 9, 10 и 14 представлены в MOOK только текстовыми материалами, по этим темам нет видеолекций, что объясняет пиковые показатели на нашем графике (рис. 2). То есть у слушателя отсутствует альтернатива, и он для лучшего усвоения материала вынужден обращаться к этим ресурсам чаще.

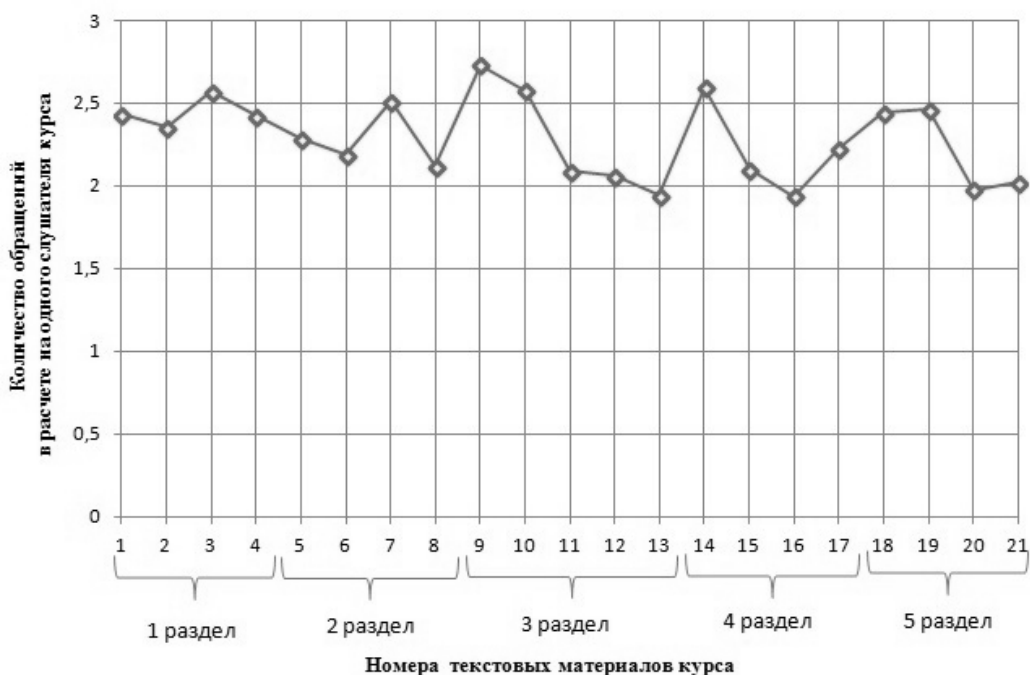


Рис. 2. Динамика взаимодействия слушателей с текстовыми материалами

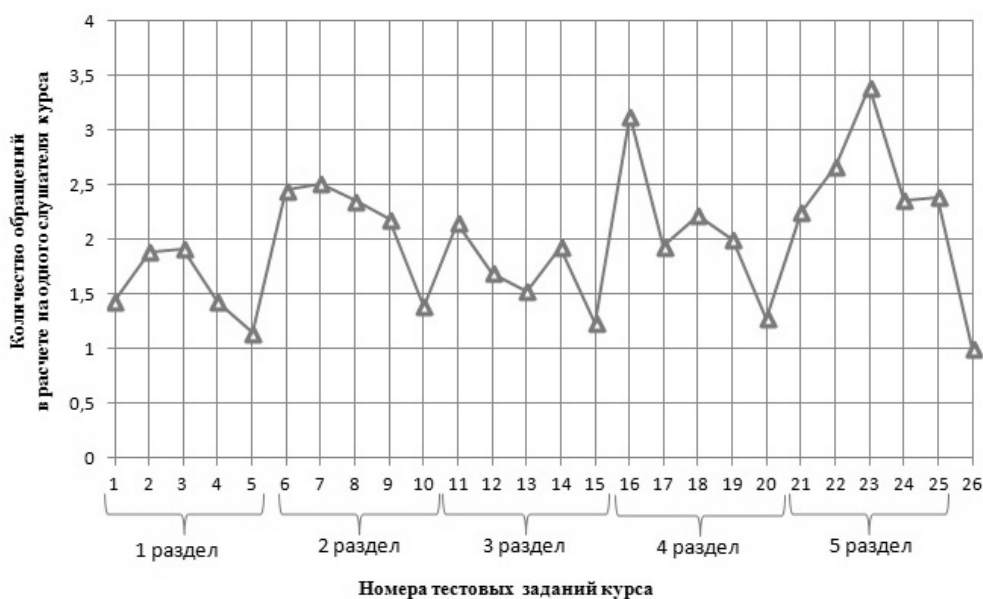


Рис. 3. Динамика взаимодействия слушателей с ресурсом «Тест»

С тестовыми заданиями работа слушателя строится следующим образом: по каждой теме раздела есть тесты для самоконтроля, которые студент может использовать, как тренажер. В то же время есть итоговое тестирование по разделу, количество попыток в котором ограничено (не более 3). Поэтому на графике, который показывает взаимодействие слушателя с оцениваемыми заданиями курса (рис. 3), мы можем наблюдать в конце каждого раздела «падение» активности. Это не говорит о том, что ресурс малозначим для слушателя, а именно показывает то, что у слушателя нет возможности бесконечно обращаться к этим ресурсам. Такими заданиями являются 5, 10, 15, 20, 25. Именно они и являются итоговым тестированием по разделу. Итоговое тестирование по всему курсу также имеет ограничение на попытки. Из графика хорошо просматривается, что итоговое тестирование по всему курсу слушатель может выполнять только один раз. На сегодняшний день процедура итогового

тестирования проходит под контролем преподавателя, в аудитории, где преподаватель может идентифицировать личность сдающего. В будущем эта практика будет продолжена, т.к. отсутствуют процедуры идентификации личности сдающего в режиме онлайн.

По курсу «Начертательная геометрия» в зависимости от направления подготовки, количества часов, отведенных на аудиторную работу, слушатели курса некоторые разделы прорабатывают самостоятельно. У подавляющей части слушателей очной формы используется следующий формат: первый, третий и четвертый разделы курса прорабатываются традиционно в аудитории, а второй и пятый раздел вынесены на изучение в онлайн-формате.

Здесь существовало опасение, что слушатели не будут уделять должного внимания этим темам. Но, как видим из сводной диаграммы на рисунке 4, число обращений к ресурсам по разделам, изучаемым слушателями самостоятельно, оказалось не ниже, чем у тех разделов, которые преподавателем поясняются на аудиторных занятиях.

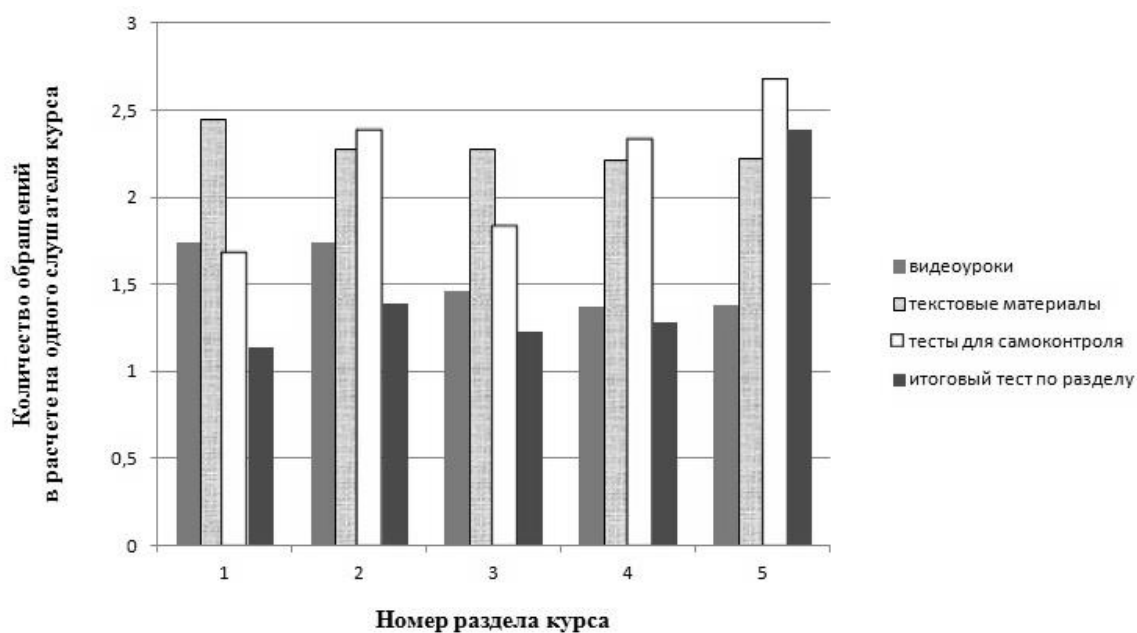


Рис. 4. Сводная диаграмма работы слушателей MOOK с контентом

Чтобы активизировать работу студента со всем контентом курса, а не только с тестовыми заданиями, с первых дней запуска курса введено несколько ограничений, легко реализуемых на платформе moored.net, на которой размещен курс:

- к тестам для самоконтроля доступ открывается только после просмотра видео или текста лекции;
- к итоговому тестированию по разделу слушатель допускается, если наберет не менее 50 % от максимальной оценки за тесты для самоконтроля;
- если в тестах для самоконтроля количество попыток неограниченно, то в итоговом тестировании допускается только одна попытка.

Увеличить активность работы с контентом можно, используя в тестах для самоконтроля ссылки на текстовые или видеоматериалы по тематике заданий [2].

Преподаватели кафедры начертательной геометрии и графики, опираясь на свой опыт разработки онлайн-курса и наблюдения за работой студентов в MOOK «Начертательная геометрия» считают, что:

- не все дисциплины полностью могут быть адаптированы под онлайн-формат;
- не все студенты способны работать по «жестким» срокам прохождения онлайн-курса;

• результат, полученный при работе с онлайн-курсом, не всегда может служить достаточным основанием для перезачёта дисциплины.

В дальнейшем планируется расширить область анализа показателей работы слушателей с MOOK и оценить результативность их работы, рассмотреть структуру усложнения заданий курса, попробовать внедрить в MOOK виртуальные тренажеры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурханова Ф. Б. Внедрение инновационных активных и интерактивных методов обучения и образовательных технологий в российских вузах: современное состояние и проблемы / Ф. Б. Бурханова, С. Е. Родионова // Вестник Башкирского университета. – 2012. – № 4. – С. 1862-1875.

2. Разработка и внедрение методики и инструментария психометрической аналитики онлайн-курсов [Электронный ресурс] / НИУ «Высшая школа экономики» – Режим доступа: <https://elearning.hse.ru/psychometrics/handbook/part5>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

3. Семенова Т. В. Типы интеграции массовых открытых онлайн-курсов в учебный процесс университетов [Текст] / Т. В. Семенова, К. А. Вилкова // Управление образовательной деятельностью в университете. Новые ориентиры. —2017.— том 21-№6.— С. 114-126. -DOI 10.15826/umpa.2017.06.080.

УДК 378.1

Е. Г. Белкина, Т. П. Кустова, Л. Б. Кочетова
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

КОМПЕТЕНТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ВЫПУСКНИКА ОП «МЕДИЦИНСКАЯ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Аннотация: В статье рассмотрена компетентностная модель выпускника ОП «Медицинская и фармацевтическая химия», ее аспекты. Рассмотрены профессиональные компетенции, формирование которых осуществляется в рамках данной ОП. Также приведен фрагмент паспорта профессиональной компетенции ПК-3 и пример компетентностно-ориентированного задания.

Ключевые слова: профессиональные стандарты, профессиональные компетенции, задачи профессиональной деятельности, паспорта компетенций, индикаторы достижения компетенций, оценочные средства.

E. G. Belkina, T. P. Kustova, L. B. Kochetova

THE COMPETENCY MODEL OF THE GRADUATE OF THE MEDICAL AND PHARMACEUTICAL CHEMISTRY EP

Abstract: The article considers the competency model of the graduate of the Medical and Pharmaceutical Chemistry EP, its aspects. Professional competencies are considered, the formation of which is carried out in the framework of this EP. A fragment of the passport of professional competence PK-3 and an example of a competence-oriented task are also given.

Keywords: professional standards, professional competencies, tasks of professional activity, passports of competencies, indicators of achievement of competencies, assessment tools.

Компетентность будущего специалиста во многом определяется теми компетенциями, которые сформированы у выпускника вуза за время освоения им образовательной программы (ОП). По определению ФГОС ВО и Федерального института развития образования компетенция – это способность и готовность применять знания, умения, опыт в решении профессиональных задач. Компетентность, в свою очередь, определяется как набор компетенций, знаний, которые человек способен применять комплексно в профессиональной деятельности [1]. Компетентность выпускника ВУЗа включает ряд аспектов: когнитивный, мотивационный, поведенческий и этический (рис. 1).



Рис. 1. Аспекты компетентности выпускника вуза

Целью настоящей работы является анализ компетентностной модели выпускника образовательной программы (ОП) "Медицинская и фармацевтическая химия", которая реализуется в Ивановском государственном университете по направлению подготовки 04.03.01 Химия, начиная с 2019/2020 учебного года, на основе ФГОС 3++. В отличие от ФГОС 3+ новый стандарт устанавливает требования к результатам освоения ОП только в части универсальных и общепрофессиональных компетенций, профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения разрабатываются образовательными организациями самостоятельно на основе профессиональных стандартов с учётом специфики рынка труда. В связи с этим анализ компетентностной модели выпускника представляется актуальной научно-методической проблемой, интересной профессиональному сообществу.

ОП «Медицинская и фармацевтическая химия» в нашем вузе ориентирована на два вида профессиональной деятельности выпускника: научно-исследовательскую и педагогическую, что обусловлено миссией ИвГУ как ведущего регионального вуза, призванного обеспечить губернию кадрами для образовательных организаций и научных учреждений. Проектирование ОП бакалавриата в ИвГУ осуществлено на основе трех профессиональных стандартов (ПС):

- «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.10.2013 г. № 544н;
- «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 г. № 121н;
- «Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств» (код 02.013), утверждённый Приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 431н [2].

На основе анализа ПС в части обобщенных трудовых и трудовых функций нами сформулированы следующие профессиональные компетенции выпускника бакалавриата:

для решения задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа:

ПК-1: способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации;

ПК-2: способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы;

ПК-3: способен проводить исследования образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды в том числе с использованием технических средств;

для решения задач профессиональной деятельности педагогического типа:

ПК-4: способен осуществлять педагогическую деятельность в соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этики;

ПК-5: способен к преподаванию химии по программам основного и среднего общего образования;

ПК-6: способен организовывать совместную и индивидуальную воспитательную деятельность обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями, в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов;

ПК-7: способен осуществлять поддержку и сопровождение обучающихся в процессе достижения образовательных результатов.

Ниже в качестве примера представлен разработанный нами паспорт профессиональной компетенции ПК-3. (Табл. 1.)

Таблица 1. Паспорт профессиональной компетенции ПК-3

Тип задач или задача профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Основания включения в перечень планируемых результатов освоения ОП и установления индикаторов достижения ПК
Научно-исследовательский тип задач	ПК-3 Способен проводить исследования образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды в том числе с использованием технических средств	ПК-3.1. Знает научные основы современных методов синтеза и идентификации физиологически активных веществ (ФАВ), определения и количественной оценки физиологической активности химических веществ и применяет их на практике ПК-3.2. проводит исследования упаковочных материалов и объектов производственной среды	ПС 02.013 "Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств", 22.05.2017 № 431н ОТФ (А) «Проведение работ по контролю качества фармацевтического производства» ТФ (А/02.6) «Проведение испытаний образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды»

Помимо индикаторов достижения компетенции паспорт содержит оценочные средства, позволяющие определить уровень сформированности данной компетенции (Табл. 2.). Для ПК-3 в качестве оценочного средства нами был предложен ряд компетентностно-ориентированных заданий. Ниже приведен пример одного из них.

Пример. Предложите способы установления подлинности и чистоты препарата «Йодид калия». Напишите соответствующие уравнения реакций.

Методические указания по организации и процедуре оценивания:

Время выполнения задания 30 минут.

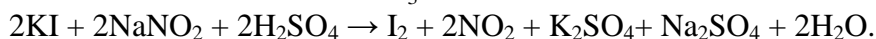
Эталон выполнения задания:

Установление подлинности (качественные реакции)

1. Проба Бейльштейна на окрашивание пламени горелки: прокаливают толстую медную проволоку в пламени горелки до исчезновения желтого окрашивания пламени, после чего прикасаются горячей проволокой к небольшому количеству порошка и быстро вносят в пламя горелки. Вследствие наличия катиона калия и галогена (йода) наблюдается окрашивание пламени в фиолетово-зеленый цвет.

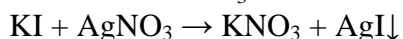
2. К 2 мл 5% раствора калия йодида прибавляют 0.2 мл серной кислоты разведенной 16%, 0.2 мл раствора натрия нитрита или 3% раствора железа(III) хлорида и 2 мл хлороформа. При взбалтывании слой хлороформа окрашивается в фиолетовый цвет вследствие выделения свободного йода.

Уравнение реакции:



3. К 2 мл 1% раствора калия йодида прибавляют 0.5 мл кислоты азотной разведенной 16% и 0.5 мл 0.1 н раствора нитрата серебра. Образуется желтый творожистый осадок, нерастворимый при нейтрализации раствора раствором аммиака.

Уравнение реакции:



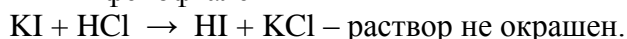
желтый

Установление чистоты

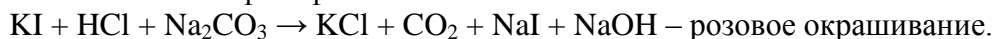
4. 1 г препарата калия йодида растворяют в 10 мл дистиллированной воды, добавляют 0.1 мл 0.1 н раствора кислоты хлороводородной. При прибавлении раствора фенолфталеина раствор НЕ ДОЛЖЕН окрашиваться в розовый цвет (проба на наличие карбонатов). При добавлении, например, карбоната натрия появляется розовое окрашивание.

Уравнения реакции:

фенолфталеин

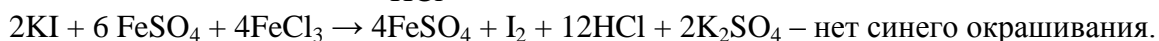


фенолфталеин



5. 10 мл 5% раствора калия йодида немного нагревают с 5 каплями раствора железа(II) сульфата в серной кислоте, 2 каплями 3% раствора железа(III) хлорида и 1 мл 10% раствора натрия гидроксида. После подкисления кислотой хлороводородной смесь НЕ ДОЛЖНА окрашиваться в синий цвет (синий цвет означает наличие цианидов).

Уравнение реакции:

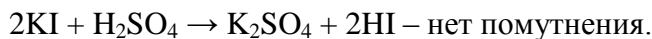


В случае присутствия цианидов появляется синее окрашивание в результате образования комплекса:

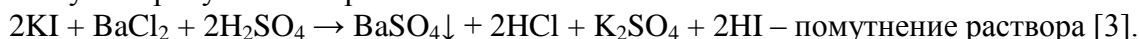


6. К 10 мл 5% раствора калия йодида приливают 1 мл кислоты хлороводородной разведенной 8.3% и 1 мл кислоты серной разведенной 16%. В течение 15 минут в растворе не должно наблюдаться помутнения (проба на ОТСУТСТВИЕ бария).

Уравнения реакции:

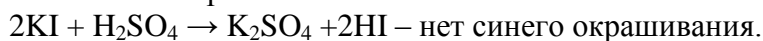
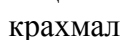


В случае присутствия бария:

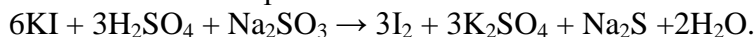
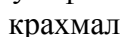


7. К 10 мл 5% раствора калия йодида прибавляют несколько капель раствора крахмала и кислоты серной разведенной 16%. В течение 30 секунд НЕ ДОЛЖНО появляться синее окрашивание, заметное при рассмотрении жидкости по оси пробирки. Синее окрашивание должно появиться при добавлении в ту же пробирку 3 капли 0.1 М раствора йода (проба на ОТСУТСТВИЕ сульфита и тиосульфата).

Уравнения реакции:



В случае присутствия сульфита появляется синее окрашивание в результате выделения йода:



Критерии и шкала оценки:

Таблица 2. Оценочные средства, позволяющие определить уровень сформированности компетенции

Индикаторы достижения компетенции (наблюдаемые при выполнении задания действия студента)	Показатели сформированности компетенции (варианты выполнения задания)	Уровень сформированности компетенции
ПК-3.1. Знает научные основы современных методов синтеза и идентификации ФАВ, определения и количественной оценки физиологической активности химических веществ и применяет их на практике	Студент предложил 1-2 качественные реакции для установления подлинности препарата и 1-2 реакции для установления его чистоты, указал, каковы должны быть их результаты и правильно написал уравнения реакций	Компетенция сформирована
	Студент предложил 1-2 качественные реакции для установления подлинности препарата и 1-2 реакции для установления его чистоты, указал, каковы должны быть их результаты и написал уравнения реакций не вполне правильно	Компетенция сформирована в основном
	Студент не предложил ни одной реакции для установления подлинности препарата или для установления его чистоты.	Компетенция не сформирована

Резюмируя изложенное выше, следует отметить, что к числу наиболее важных индикаторов достижения профессиональных компетенций относятся сформированные практические навыки, поэтому в ходе проектирования паспортов компетенций среди разных видов оценочных средств следует отдавать предпочтение ситуационным задачам и практико-ориентированным заданиям. В настоящее время, к сожалению, наблюдается большое отставание материально-технической базы вузов от оснащения современных производств, в том числе, фармацевтического. Выпускник вуза, попадая в условия реальной лаборатории или цеха, не всегда знаком со всеми приборами и оборудованием, с которыми ему придется работать. Поэтому наряду с формированием общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника представляется не менее важным формирование у него универсальных компетенций, в частности, таких качеств, как умение быстро осваивать новое, работать в команде, строить рабочие отношения с коллегами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радевская Н.С., Иманов Г.М. Структурно-содержательные смыслы компетентностной модели <https://cyberleninka.ru/article> Журнал «Человек и образование», 2017/ (дата обращения: 6.03.2020).
2. Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств». Утвержден Приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 431н.
3. Государственная фармакопея XIII online (ГФ 13 online). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pharmacoregia.ru/gosudarstvennaya-farmakoreya-xiii-online-gf-13-online/> (дата обращения: 6.03.2020).

УДК 378.1

С. В. Белов, И. В. Белова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет, Шуйский филиал

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-МЕДИЙНОЙ ГРАМОТНОСТИ У СТУДЕНТОВ СРЕДСТВАМИ ПРЕПОДАВАЕМЫХ ДИСЦИПЛИН

Аннотация. Статья посвящена вопросу о необходимости формирования информационно-медийной грамотности у студентов-бакалавров направления подготовки «Педагогическое образование» как начального уровня сформированности универсальных и общепрофессиональных компетенций будущего выпускника высшего учебного заведения. Актуальность заключается в применении нового образовательного подхода в процессе обучения информатике в вузе средствами преподаваемых дисциплин. Данный подход представляет собой совмещение обучения с участием преподавателя и студента в аудитории и онлайн обучения. Этот подход предполагает включение элементов самостоятельного контроля студентом своего образовательного маршрута в соответствии с образовательной программой и профилем подготовки, места и темпа обучения, а также интеграцию опыта обучения с преподавателем и онлайн обучением.

Ключевые слова: универсальные и общепрофессиональные компетенции выпускника, информационно-медийная грамотность, смешанное обучение, индикатор, интерактивная среда, учебная платформа.

S. V. Belov, I. V. Belova

FORMATION OF INFORMATION-MEDIA LITERACY IN STUDENTS BY MEANS OF TEACHING DISCIPLINES

Abstract: The article is devoted to the issue of the need to create information and media literacy among bachelor students in the field of training “Pedagogical Education” as the initial level of formation of the universal and general professional competencies of a future graduate of a higher educational institution. Relevance lies in the application of a new educational approach in the process of teaching computer science at a university by means of taught disciplines. This approach is a combination of teaching with the participation of a teacher and a student in an audience and online learning. This approach involves the inclusion of elements of independent control by a student of his educational route in accordance with the educational program and the profile of training, place and pace of training, as well as the integration of learning experience with the teacher and online learning.

Keywords: universal and general professional competencies of the graduate, information and media literacy, blended learning, indicator, interactive environment, educational platform.

В настоящее время в мире наметилась тенденция, связанная с внедрением в учебно-образовательный процесс различного рода информационной продукции, средств и технологий. В условиях информатизации образования важная роль в развитии современного общества отводится самим участникам образовательного процесса, что приводит к необходимости формирования у них информационно-медийной грамотности. Формирование информационно-медийной грамотности является одним из государственных приоритетов в условиях цифровизации образования, играет важную роль в процессе перехода на электронную систему документооборота и является одним из показателей результата внедрения цифровых технологий в образование.

Инициаторами объединения медийной и информационной грамотности выступили Организация объединенных наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) и Международная федерация библиотечных ассоциаций и учреждений (ИФЛА), под эгидой которых в 2011 году был опубликован ряд документов, призванных содействовать развитию знаний в сфере медиа и информации. В области медиа- и информационной грамотности одними их основных являются работы зарубежных (Э. Витворта, С. Котилайна, Х. Лау, С. Туоминена, К. Уилсона и др.), а также отечественных учёных (Е.А. Бондаренко, М.Г. Вохрышева, Н.И. Гендина, И.М. Дзялошинский, И.В. Жилавская, Г.Г. Калинина, Е.Л. Кудрина, Е.И. Кузьмин, И.А. Фатеева, А.В. Шариков и др.). В области информатизации жизнедеятельности и киберсоциализации личности изучены работы В.П. Беспалько, О.И. Воиновой, А.Е. Войскунского, В.К. Обыденковой, В.А. Плешакова и др. В работах В.А. Плешакова раскрывается актуальное для современного общества и науки направление киберсоциализации – социализация личности в киберпространстве, рассматривается идея киберонтологического подхода в образовании. Он выделяет четыре основных вектора киберсоциализации человека, ставших новыми опосредованными видами деятельности личности в Сети: коммуникация в киберпространстве, досуг в киберпространстве, познание в киберпространстве, работа в киберпространстве. В.А. Плешаков [1] определяет киберсоциализацию как «процесс качественных изменений структуры самосознания личности и мотивационно-потребностной сферы индивидуума, происходящий под влиянием и в результате использования человеком современных информационно-коммуникационных, компьютерных, электронных, цифровых, мультимедиа, мобильной сотовой связи и интернет-технологий в контексте усвоения и воспроизводства им культуры в рамках персональной жизнедеятельности».

В руководстве по информационной грамотности для образования на протяжении всей жизни, профессором, ведущим специалистом ИФЛА, Х. Лау обобщается и анализируется массив знаний по данной проблематике. Установлено, что информационная грамотность – это наличие знаний и умений, требуемых для правильной идентификации информации,

необходимой для выполнения определённого задания или решения проблемы; эффективного поиска информации; её организации и реорганизации; интерпретации и анализа найденной и извлечённой информации; оценки точности и надёжности информации; при необходимости передачи и представления результатов анализа и интерпретации другим лицам; последующего применения информации для осуществления определённых действий и достижения определённых результатов.

ЮНЕСКО и ИФЛА разработали рекомендации по медиа- и информационной грамотности. Чтобы выживать и развиваться, принимать решения и решать проблемы в различных аспектах жизни - личном, социальном, образовательном и профессиональном, - люди, сообщества и нации нуждаются в информации о себе, своей физической и социальной среде. Подобная информация может быть получена посредством трёх процессов: наблюдения и экспериментирования [4], общения с другими людьми и консультаций. Способность осуществлять это эффективно и действенно называется медиа- и информационной грамотностью. Медиа- и информационная грамотность включает знания, способности и совокупности навыков, необходимых для понимания того, какая требуется информация и когда, где и каким образом получать эту информацию, как ее объективно оценивать и организовывать и как этично использовать.

В образовании, в соответствии с государственным заданием, стоит задача подготовить педагогов к внедрению в учебный процесс специализированных программ, направленных на формирование у студентов - будущих учителей элементов информационно-медийной грамотности, но, в тоже время, нет чёткого понимания о структуре и элементах данного понятия, о её содержании, методологии и структуре. При этом не удаётся однозначно выявить уровни сформированности и определить критерии оценивания уровней сформированности информационно-медийной грамотности любой возрастной группы. Все эти факторы и определили актуальность выбранной темы.

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (далее ФГОС ВО) [6] у выпускника должны быть сформированы компетенции, установленные программой бакалавриата: универсальные, общепрофессиональные и профессиональные. Каждая компетенция соответствует выбранной категории из перечня, предложенного стандартом и образовательной Организацией, осуществляющей процесс обучения. Образовательной Организацией устанавливаются индикаторы достижения компетенций, и планируемые результаты по итогам освоения той или иной дисциплины, которые выражаются в знаниях, умениях и навыках, отображающих способность и готовность выпускника к осуществлению профессиональной деятельности в области педагогического образования с учетом педагогического и проектного типа задач профессиональной деятельности. В соответствии с ФГОС ВО, одним из основных элементов общепрофессиональных компетенций выпускника является участие их в разработке основных, дополнительных образовательных программ и отдельных её компонентов с использованием информационных и коммуникационных технологий. В профессиональном стандарте 01.001 «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» перечислены необходимые умения, которыми должен владеть учитель математики, в частности: совместно с обучающимися, создавать и использовать наглядные представления математических объектов и процессов с помощью компьютерных инструментов на экране; владеть основными математическими компьютерными инструментами: визуализацией данных, зависимостей, отношений, процессов, геометрических объектов. Информационно-медийная грамотность является начальным уровнем сформированности профессиональных компетенций выпускника. Каждый студент в период обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Организации из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет» как на территории Организации, так и за её пределами, а

значит должен обладать навыками информационно-медийной грамотности, как на начальном этапе обучения, так и на последующих этапах обучения, и на протяжении всей жизни.

Изучив опыт зарубежных и отечественных учёных, с учетом ФГОС ВО, нами предлагается следующее определение понятия «информационно-медийная грамотность бакалавров педагогического направления подготовки» — это способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений. Планируемые результаты достижения определённого уровня сформированности информационно-медийной грамотности выражаются в знаниях, умениях и навыках, позволяющих будущим учителям, эффективно взаимодействовать с медиа- и другими информационными службами и развивать навыки работы с информационными и коммуникационными технологиями в процессе обучения на разных уровнях высшего образования, а также на протяжении всей жизни для общения и реализации жизненных потребностей. Информационно-медийная грамотность предполагает умение работать с любыми источниками информации, а также со всеми видами и типами информации [5]. Информационно-медийная грамотность студентов-бакалавров направления подготовки «Педагогическое образование» должна включать в себя следующие компоненты:

- знания об информации;
- знания об информационной среде, медиа- и киберпространстве;
- компьютерную грамотность;
- наличие у личности информационных и медиапотребностей;
- умение ориентироваться в информационных и медиапотоках;
- умения и навыки фиксировать и восстанавливать полученную информацию;
- умение работать в электронной информационной образовательной среде, в облачных технологиях, с помощью учебных платформ;
- владеть навыками работы с современными медиаинформационными устройствами: гаджетами, девайсами и другими программными продуктами.

Студент в процессе обучения становится медиа- и информационно грамотным человеком и в период профессионального становления к нему предъявляются следующие требования [7]:

- должен уметь использовать различные средства, источники и каналы информации в личной, профессиональной и общественной жизнедеятельности;
- осознанно выбирать тот или иной медиаконтент, критически его осмысливать, интерпретировать и использовать для дальнейшего синтеза новой медиапродукции в блогах, социальных сетях или традиционных масс-медиа;
- уметь определять размер своих информационных потребностей и запросов; рационально и эффективно получать доступ к необходимой информации;
- критически оценивать уровень полученной информации и найденных ресурсов;
- внедрять отобранную информацию в собственно формируемую информационную базу;
- эффективно использовать информацию в соответствии с поставленными целями.

Процесс формирования информационно-медийной грамотности может осуществляться как в условиях формального образования, когда обучение проходит через все уровни образования в начальной средней и основной школе, а также в высших учебных заведениях по программам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры, так и в условиях неформального образования, когда обучение продолжается на протяжении всей жизни [8]. Для каждого уровня образования должна быть определена структура, методология и содержание программы формирования информационно-медийной грамотности. Необходимым условием формирования информационно-медийной грамотности является информационная образовательная среда.

На сегодняшний день образовательная среда стремительно изменяется и существует необходимость поиска новых современных образовательных технологий для осуществления

процесса обучения в высшем учебном заведении при изучении обязательных дисциплин с учётом профиля подготовки. Одной из новых современных технологий является новый образовательный подход – смешанное обучение. Заключается данный подход в совмещении обучения с участием преподавателя и студента в аудитории и онлайн обучения. Данный подход предполагает включение элементов самостоятельного контроля студентом своего образовательного маршрута в соответствии с образовательной программой и профилем подготовки, места и темпа обучения, а также интеграцию опыта обучения с преподавателем и онлайн обучением.

В процессе проведения научно-исследовательской работы нами были определены три уровня сформированности информационно-медийной грамотности у студентов-бакалавров направления подготовки «Педагогическое образование»: пороговый, базовый, повышенный. Пороговый уровень характеризуется сформированностью отдельных индикаторов информационно-медийной грамотности, выражающихся через знания, умения и навыки, полученных на начальном этапе обучения:

- знание особенностей системного и критического мышления;
- знание основ современных технологий сбора, обработки и представления информации;
- знание базовых современных пакетов прикладных программ статистической обработки данных;
- умение получать информацию из различных источников и анализировать источники информации с точки зрения временных и пространственных условий их возникновения;
- умение использовать базовые пакеты прикладных программ, локальные компьютерные сети для сбора, обработки и анализа информации;
- умение считывать и представлять статистические данные аналитически или графически, создавать и редактировать простейшие графические изображения;
- владение основными методами математической обработки информации;
- владение простейшими методами и способами вычисления статистических характеристик распределения данных педагогических измерений;
- владение навыками работы в электронной информационной образовательной среде организации, а также выполнять базовые операции с облачными технологиями и учебными программами.

Базовый уровень характеризуется сформированностью отдельных индикаторов информационно-медийной грамотности, выражающихся через знания, умения и навыки, полученных на последующих этапах обучения:

- знание основ современных технологий сбора, обработки и представления информации с помощью различных информационных и коммуникационных технологий;
- знание современных пакетов прикладных программ статистической обработки данных с учетом специфики проводимого исследования;
- умение обрабатывать полученную информацию и анализировать информацию из различных источников с последующим применением при проведении статистических исследований;
- умение анализировать ранее сложившиеся в науке оценки информации; аргументированно формировать собственное суждение и оценку информации;
- умение осуществлять корректный подбор методов анализа, проводить обработку данных исследования с использованием современных учебных программ;
- умение использовать информационные и коммуникационные технологии в учебных проектах;
- владение технологиями анализа и синтеза информации на основе системного подхода;
- владение методами математической статистики, используемыми при планировании, проведении и обработке результатов экспериментов в педагогике;

- владение методами и способами вычисления статистических характеристик распределения данных педагогических измерений; средствами математического моделирования и анализа информации на компьютере с помощью электронных таблиц;
- владение навыками работы с локальными и глобальными компьютерными сетями, а также с лицензионным программным обеспечением для достижения поставленной цели в условиях смешанного обучения.

Повышенный уровень характеризуется сформированностью всех индикаторов информационно-медийной грамотности, выражающихся через знания, умения и навыки, полученных на заключительном этапе обучения:

- знание перечня современных технологий сбора, обработки и представления информации с помощью различных информационных и коммуникационных технологий;
- умение аргументированно формировать собственное суждение и оценку информации;
- умение использовать в совершенстве современные информационно-коммуникационные технологии (включая пакеты прикладных программ, локальные и глобальные компьютерные сети) для сбора, обработки и анализа информации;
- умение читать и представлять статистические данные в различных видах (таблицы, диаграммы, графики);
- умение проводить все этапы статистической обработки информации, обрабатывать числовую информацию при помощи электронных таблиц;
- умение осуществлять корректный подбор методов анализа, проводить обработку данных исследования и правильную интерпретацию результатов;
- умение использовать программную поддержку курса и оценивать ее методическую целесообразность;
- владение методами математической статистики, используемыми при планировании, проведении и обработке результатов экспериментов в различных областях познания;
- владение информационной культурой, необходимой современному учителю;
- владение готовностью воспринимать информационно-коммуникационные технологии как необходимое условие повышения эффективности учебно-воспитательного процесса.

Для определения уровня сформированности информационно-медийной грамотности на начальном и заключительном этапе обучения, было проведено тестирование студентов 1 курса, 3 курса и 5 курса направления подготовки «Педагогическое образование». В эксперименте приняли участие более 250 студентов. В процессе обработки результатов были получены данные, приведенные в таблице:

Таблица. Результаты экспериментальной диагностики уровня сформированности информационно-медийной грамотности у студентов направления подготовки «Педагогическое образование»

Уровень	Результаты студентов 1 курса, %	Результаты студентов 3 курса, %	Результаты студентов 5 курса, %
Пороговый	92	38	1
Базовый	8	42	16
Повышенный	0	20	85

Из таблицы следует, что результаты, полученные с помощью тестирования, позволяют констатировать следующее: преобладающее большинство студентов на начальном этапе обучения находятся на пороговом уровне сформированности информационно-медийной грамотности. Одним из условий повышения уровня сформированности информационно-медийной грамотности у студентов направления подготовки «Педагогическое образование» является применение нового образовательного подхода с элементами смешанного обучения.

Смешанное обучение – это сочетание традиционных форм аудиторного обучения с элементами электронного обучения. В нем используются специальные информационные технологии (компьютерная графика, аудио и видео, интерактивные элементы и т.д.). Учебный процесс в этом случае представляет собой чередование фаз традиционного и электронного обучения. Смешиваться могут очное и дистанционное, структурированное и неструктурированное, самостоятельное и коллаборативное обучение. В подобном ключе можно смешивать учебу и работу, а также другие сферы, связанные с образованием. Технология начала развиваться с 2006 года, с выхода книги К.Дж. Бонка и Ч.Р. Грэхема «Справочник смешанного обучения». В наше время в России цифровые сервисы используют 14% учителей по данным 2017 года. Применение электронного обучения прописано в законе «Об образовании РФ».

Преимущества смешанного обучения:

Расширение образовательных возможностей учащихся за счет доступности и гибкости образования.

Стимулирование формирования активной позиции ученика.

Трансформация, актуализация стиля преподавания.

Индивидуализация и персонализация образовательного процесса.

На сегодняшний день педагоги выделяют ряд трудностей, с которыми сталкиваются при переходе на смешанное обучение:

Технические проблемы: отсутствие технических устройств, затруднение доступа к интернету.

Методические проблемы: недостаточность практических наработок, значительные трудозатраты при подготовке, страх использования технических устройств.

Внедрение данного подхода в образовательный процесс высшего учебного заведения возможно через изучение в вузе комплекса дисциплин, которые будут способствовать формированию индикаторов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций и, тем самым, повышать уровень сформированности информационно-медийной грамотности. Содержание дисциплин должно быть связано с информационными и коммуникационными технологиями [2] и формированием основных компонентов информационно-медийной грамотности у студентов-бакалавров на начальном этапе обучения в высшем учебном заведении. Необходимо формировать у студентов информационно-медийную грамотность начиная с 1 курса, в том числе готовность к применению информационных и коммуникационных технологий, математических методов обработки информации в ходе теоретического и экспериментального исследований, а также универсальные компетенции при решении профессиональных задач [1]. Одной из таких дисциплин на начальном этапе обучения в высшем учебном заведении является дисциплина «ИКТ и медиаинформационная грамотность». Содержание дисциплины включает глоссарий понятий и терминов, знакомство с основными понятиями и определениями, связанными с проведением статистической обработки результатов педагогического эксперимента; углублённое изучение возможностей и основных функций офисного пакета Microsoft Office; знакомство с современными средствами представления статистических данных, с технологиями визуализации; с возможностями и основными функциями интерактивных сред и учебных платформ; работу в различных программах для математической обработки и анализа данных, например «Педагогическая статистика»; работу с облачными сервисами, в локальных и глобальных компьютерных сетях в условиях смешанного обучения при помощи электронной информационной образовательной среды Организации. Основным средством организации компьютерной поддержки обучения информатике являются интерактивные среды, которые представляют собой программное обеспечение, позволяющее выполнять динамические модели на компьютере таким образом, что при изменении одного из параметра остальные также изменяются, сохраняя заданные отношения неизменными. В России наиболее известными интерактивными средами являются «Живая математика»,

«Математический конструктор», «GeoGebra». В результате освоения дисциплины студенты получают базовые навыки работы с ИКТ и обладают базовым уровнем сформированности информационно-медийной грамотности. Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности обучающихся к освоению новых дисциплин: «Электронная школа XXI века», «Дистанционные технологии в образовательном процессе школы», «Мультимедиа технологии в образовании»; успешному прохождению учебной и производственной практики. В процессе изучения новых дисциплин на последующих курсах студенты имеют возможность повысить свой уровень информационно-медийной грамотности, тем самым сформировав у себя необходимые универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Смешанное обучение дает возможность студенту осваивать необходимый объём программ учебных дисциплин самостоятельно и с помощью современных информационных и коммуникационных технологий взаимодействовать с преподавателями в режиме онлайн обучения. Также, студент имеет возможность пройти онлайн обучение на учебных платформах, и, кроме того, принять участие дистанционно в олимпиадах и семинарах, проходящих в других образовательных Организациях [3].

Таким образом, формирование информационно-медийной грамотности у студентов-бакалавров направления «Педагогическое образование» в условиях смешанного обучения в вузе – это многоуровневый процесс, который зависит от многих факторов и условий. Успешность процесса зависит не только от самого студента, но и от того, как построен процесс обучения в образовательной Организации, от выбора подходов, методов и средств обучения. Образовательный подход, в основу которого заложено смешанное обучение, позволяет в условиях новых образовательных стандартов совмещать традиционное обучение и онлайн обучение, тем самым развивая студента как личность и повышая уровень сформированности профессиональных компетенции, составной частью которых является информационно-медийная грамотность будущего педагога.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов С.В., Плешаков В.А. Организационные и психолого-педагогические условия формирования информационно-медийной грамотности у людей третьего возраста // Мир науки. Педагогика и Психология: интернет-журнал. 2017. Т.5. N5. URL: <http://mir-nauki.com/PDF/11PDMN517.pdf> (дата обращения: 12.11.2019).
2. Белов С.В., Белова И.В. Приём визуализации при изучении математики в школе и вузе // Шуйская сессия студентов, аспирантов, педагогов, молодых ученых: XI Международная научная конференция. 5-6 июля 2018 г. / под ред. А.А. Червовой. Шуя. 2018. С. 17–19.
3. Белов С.В., Белова И.В. Использование интерактивных онлайн платформ в процессе обучения математике // Состояние и перспективы развития ИТ-образования: Всероссийская научно-практическая конференция: сб. докл. и науч. ст. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2019. – С. 210-217.
4. Гуртовая Н.Г., Червова А.А., Гуртовая Н.С. Применение методов математической статистики при проведении педагогического эксперимента. Нижний Новгород, 2004.
5. Теория и практика формирования информационно-медийной грамотности у людей третьего возраста: монография / Белов С.В. и др. Шуя. 2017. 157 с.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) [электронный ресурс] : утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 г. № 125 // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. – Режим доступа: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/440305_B_3_16032018.pdf

7. Формирование информационной культуры студентов-будущих инженеров в техническом вузе: монография / Червова А.А. и др. Шуя. 2009.

8. Червова А.А., Татарникова Н.С., Костылева Е.А. Подготовка студентов к профессионально-педагогической деятельности средствами технологий взаимодействия // монография / А. А. Червова, Н. С. Татарникова, Е. А. Костылева; Федеральное агентство по образованию, Волжский гос. инженерно-пед. ун-т. Нижний Новгород, 2006.

УДК 378.147

Т. Г. Волкова¹, И. О. Таланова², З. А. Кузьмина¹

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

²ФГБОУ ВО Ивановская государственная медицинская академия Минздрава России

SOFT SKILLS: ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТЕРЕОТИПОВ

Аннотация: В статье рассматривается понятие soft skills – «гибкие» или «мягкие» навыки, которые представляют собой набор надпрофессиональных компетенций, навыков и качеств. Выделены основные проблемы, связанные с недостаточностью внимания к развитию гибких навыков в вузах негуманитарных профилей. Показано, какие современные тенденции необходимо учитывать при проектировании образовательных программ и составлении учебных планов.

Ключевые слова: soft skills, профессиональные стандарты, конкурентоспособность, учебные планы, инновационные методы обучения.

T. G. Volkova, I. O. Talanova, Z. A. Kuzmina

SOFT SKILLS: TRANSFORMATION OF PROFESSIONAL STEREOTYPES

Abstract: The article discusses the concept of soft skills, which are a set of professional competencies, skills and qualities. The main problems associated with the lack of attention to the development of flexible skills in universities of non-humanitarian profiles are highlighted. It is shown what modern trends should be taken into account when designing educational programs and drawing up curricula.

Keywords: soft skills, professional standards, competitiveness, curricula, innovative teaching methods.

В настоящее время политика в области образования, в частности высшего, направлена на обеспечение высокого качества подготовки выпускников вузов и диктует кардинальный пересмотр профессиональных стереотипов, сложившихся в сознании педагогов на протяжении долгого времени. К чему может привести такая трансформация? В первую очередь к тому, что в каждом вузе при изучении любой дисциплины будет уделяться внимание не только профессиональному, но и личностному росту и развитию студента [17]. На сегодняшний день в качестве определяющего фактора успешности, трудоустройства и карьерного роста специалистами оцениваются не только предметные знания, а социальные навыки и умения (soft skills), не когнитивный интеллект, а социальный [1, 9, 21]. Об этом говорится и в профессиональных стандартах, как общего, так и высшего образования: «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [19], ФГОС высшего образования по направлению подготовки 44.06.01 «Образование и педагогические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» [23].

Soft skills («гибкие навыки», «мягкие навыки») представляют собой набор надпрофессиональных компетенций, навыков и качеств, среди которых особое место отводится целеполаганию, самопрезентации, деловой коммуникации, умению работать в команде, лидерству, ораторскому мастерству, эмоциональному интеллекту [12]. О важности и необходимости развития таких навыков как, например, работы в команде свидетельствуют международные сравнительные исследования [14, 20].

Чаще всего soft skills формируются стихийно, и в этом заключается их особенность и отличие от hard skills. Кроме этого развитие мягких навыков происходит медленнее и требует больших усилий, причем гарантий достижения необходимого уровня нет, а в специфических условиях вообще может наблюдаться обратное их развитие [13].

Нельзя сказать, что soft skills связаны с какими-то определенными специальностями. Они нужны, например, и психологу, и программисту, и дизайнеру, и химику. Как показывают исследования [2, 5, 6, 11], технические специалисты должны владеть soft skills. Однако не стоит забывать про обучающихся негуманитарных и нефилологических профилей. Проблема формирования гибких навыков именно у них представляется особенно актуальной. Установлена прямая зависимость уровня сформированности soft skills и учебных достижений [4]. Некоторые авторы [11] вносят предложения, согласно которым 20 % дисциплин учебного плана «технических» направлений должны быть посвящены не профилирующим дисциплинам, а изучению языка, развитию коммуникативных навыков, навыков управления собой, проектами; личностному развитию и т. д.

Получая образование по выбранной специальности, студент надеется быть конкурентоспособным на рынке труда, а не просто освоить образовательную программу. Авторы [7] обосновывают равную значимость для выпускника как самих предметных знаний, так и способности их применять, которая, по сути, и представляет собой комплекс soft skills. Именно поэтому, работая над созданием образовательной парадигмы XXI века, исследователи отмечают, что опыт организации отдельных учебных курсов для формирования soft skills вне предметного контекста оказался малоуспешным, и говорят о том, что более эффективным способом является их развитие в процессе изучения профессиональных дисциплин [3].

В исследованиях наших ученых [16] отмечено: появление частных учебных заведений не решает задачу распространения или освоения soft skills посредством узкопрофессиональных учебных программ. Были предприняты попытки изменить образовательные программы, положив в основу принцип групповой работы [10]. Кроме того, обсуждаются возможности коррекции учебных программ вузов с учетом мнения работодателей о выпускниках, уже трудоустроившихся в их компаниях [15].

Несмотря на то, что soft skills уже прочно заняли свое место среди сугубо профессиональных компетенций, уровень их сформированности редко оценивают во время учебных занятий. Вопрос объективного измерения качества этой группы навыков до сих пор остается открытым. Существует множество методик, которые пока не стали классическими, поскольку ученые постоянно их совершенствуют, пытаясь сделать более точными и удобными.

С чем же связано недостаточное внимание к развитию гибких навыков в вузе? На основе анализа литературы по данному вопросу можно выделить несколько моментов:

- отсутствие понимания развития soft skills и формирования личностных установок обучающихся [18];
- слабо развитые связи между отдельными компонентами процесса профессиональной подготовки;
- чрезмерная теоретизация психолого-педагогических дисциплин, а также низкое развитие социальнопедагогической деятельности;
- ограниченная возможность выявления разных soft skills на практике, сложность диагностики уровня развития этих навыков, а также недостаточная гибкость и мобильность в организации процесса их развития;

- недостаточная опора на межпредметные связи, современные образовательные технологии и интерактивные формы обучения и воспитания [22].

Что нужно учитывать при проектировании форм взаимодействия с обучающимися в процессе развития soft skills? Во-первых, возможность реализации перехода от передачи знаний к их созданию. В современном мире с быстро развивающимися компьютерными технологиями и виртуальными реальностями успешен не тот, кто больше знает, а тот, кто быстрее и лучше может находить, анализировать и синтезировать новую информацию. Во-вторых, возможность и успешность сочетания традиционного и инновационного методов обучения. Во внеучебной деятельности возможно развитие гибких навыков, например, в рамках создания волонтерских движений и социально значимых проектов.

В заключение хочется отметить, что в современной высшей школе осуществляется переход от традиционной лекционно-семинарской модели к интегрированной, которая включает внедрение в процесс обучения таких интерактивных методов, как проектирование, решение кейсов, мозговой штурм, стажировки и т.д., предполагающих использование всевозможных макетов, моделей и др. Все это требует развития у обучающихся soft skills, владение которыми поможет успешно реализоваться в нашем быстро меняющемся мире и определит успех будущей профессиональной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Andrews J., Higson H.* Graduate employability, 'soft skills' versus 'hard' business knowledge: A European study // Higher Education in Europe. 2010. № 33 (4): Employability, Mobility and the Labour Market. P. 411-422.
2. *Brooks N. G., Greer T. H., Morris S. A.* Information systems security job advertisement analysis: Skills review and implications for information systems curriculum // Journal of Education for Business. 2018. № 93 (5). P. 213-221. Available from: <https://doi.org/10.1080/08832323.2018.1446893>.
3. *Callier V., Singiser R. H., Vanderford N.* Connecting undergraduate science education with the needs of today's graduates // F1000 Research. 2014. № 3. P. 279. Available from: <https://doi.org/10.12688/f1000research.5710.1>, https://www.researchgate.net/publication/272080498_Connecting_undergraduate_science_education_with_the_needs_of_today's_graduates.
4. *Chamorro-Premuzic T., Artech A., Bremner A. J., Greven C., Furnham A.* Soft skills in higher education: importance and improvement ratings as a function of individual differences and academic performance // Educational Psychology. 2010. № 30 (2). P. 221–241. Available from: <https://doi.org/10.1080/01443410903560278>.
5. *Chowdary D. V.* The importance of training engineering students in soft-skills // Abhinav: International Monthly Refereed Journal of Research in Management & Technology. 2014. № (1). Available from: https://www.researchgate.net/publication/293313936_THE_IMPORTANCE_OF_TRAINING_ENGINEERING_STUDENTS_IN_SOFT-SKILLS.
6. *Fernández-Sanz L., Villalba M. T., Medina J. A., Misra S.* A study on the key soft skills for successful participation of students in multinational engineering education // International Journal of Engineering Education. 2017. № 33 (6). P. 2061–2070. Available from: https://www.researchgate.net/publication/321534626_A_Study_on_the_Key_Soft_Skills_for_Successful_Participation_of_Students_in_Multinational_Engineering_Education.
7. *Gaines R. W., Mohammed M. B.* Soft Skills Development in K-12 Education. Research Brief [Internet]. 2013 [cited 2018 Dec 20]. Available from: https://2wh2pdomc1q415tdl40khdki-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2014/08/GLISI_SSResearchBrief_E1.pdf.
8. *Hillmer G.* Social and Soft Skills Training Concept in Engineering Education. In: International Conference on Engineering Education – ICEE 2007 [Internet]; 2007 [cited 2018 Dec 23]. Available from: <https://docplayer.net/29565876-Social-and-soft-skills-training-concept-in-engineering-education.html>.

9. *Kaburise Ph.* Improving soft skills and communication in response to youth unemployment // International Journal of African Renaissance Studies – Multi-, Inter- and Transdisciplinarity. 2016. № 11 (2). P. 87-101.
10. *Larmer J., Mergendoller J. R.* The Main Course, Not Dessert. How Are Students Reaching 21st Century Goals? With 21st Century Project Based Learning [Internet]. 2010 [cited 2018 Dec 20]. Available from: <https://ru.scribd.com/document/109666630/The-Main-Course-Not-Dessert>.
11. *Mardis M. A., Ma J., Jones F. R., Ambavarapu C. R., Kelleher H. M., Spears L. I., McClure C. R.* Assessing alignment between information technology educational opportunities, professional requirements, and industry demands // Education and Information Technologies. 2018. № 23 (4). P. 1547–1584. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9678-y>.
12. Soft skills. URL: <https://yandex.ru/profi/trainings>.
13. Softskills и Hardskills — в чем разница? URL: <http://www.mental-skills.ru/synopses/6981.html>.
14. *Tyre P.* Is your child a “group problem solver?” The PISA test will decide // Scientific American. July 14, 2015.
15. *Vinichenko M. V., Chulanova O. L., Oseev A. A., Bogdan E. S., Makushkin S. A., Grishan M. A.* View interaction of the higher education and key employer for the formation of the actual profile of the competences of graduates of engineering directions // Modern Journal of Language Teaching Methods. 2018. № 8 (5). P. 394-404. Available from: <http://mjltm.org/article-1-78-en.pdf>.
16. *Yashin A., Bagirova A., Klyuev A.* Designing entrepreneurial education in Russia: hard and soft skills // Ekonomski Vjesnik. 2018. № 31 (2). С. 261–274. Available from: <https://doaj.org/article/a2eef4f441094082be088f68f831f6b0>.
17. *Калимуллин А. М., Габдулхаков В. Ф.* О стратегических ориентирах развития педагогического образования в России в контексте глобальных перемен // Образование и саморазвитие. 2015. № 4 (46). С. 3-9
18. *Никитина Н. Н.* Введение в педагогическую деятельность: теория и практика. М.: «Академия», 2004. 224 с.
19. Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» (с изменениями на 5 августа 2016 г.) [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499053710>.
20. *Поддьяков А. Н.* Решение комплексных проблем в PISA-2012 и PISA-2015: взаимодействие со сложной реальностью // Образовательная политика. 2012. № 6.
21. *Степина А. В.* Современные тенденции исследования социального интеллекта // Живая психология. 2018. № 5 (1). P. 71-76.
22. *Тряпицына А. П.* Подготовка педагогических кадров и задачи современной школы // Вестник герценовского университета. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена. 2010. № 11(85). С. 16-18.
23. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 44.06.01 Образование и педагогические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации [Электрон. ресурс]. Режим доступа: www.osu.ru/docs/fgos/vo/asp_44.06.01.doc.

УДК 378.147.227

Ж. Ф. Гессе, Т. В. Фролова, И. А. Парасич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБ ИГРОВОЙ ФОРМЕ ПОВТОРЕНИЯ И ЗАПОМИНАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Аннотация: в работе рассмотрен подход к достижению эффективного усвоения понятийно-терминологического аппарата при изучении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация». В рамках осуществляемого исследования рассматривается возможность применения игровых интерактивных технологий при проведении занятий и организации самостоятельной учебной деятельности обучающихся.

Ключевые слова: метрология, тематический кроссворд, запоминание.

Zh. F. Gesse, T. V. Frolova, I. A. Parasich

ABOUT THE GAME FORM OF REPEAT AND REMEMBERING OF TERMS AND DEFINITIONS SYSTEM

Abstract: the paper considers an approach to effective mastery achieving of the conceptual and terminological apparatus during the study of «Metrology, standardization and certification» discipline. The possibility of using of interactive game technologies in training and the organization of independent educational activity of students is considered.

Keywords: metrology, themed crossword puzzle, memorization.

Одним из основных требований к обучающимся, предъявляемым в процессе изучения учебной дисциплины, является усвоение терминологического аппарата и определений. Как правило, запоминание и осмысление терминов, особенно специальных, профессиональных, определенных действующими нормативными документами и нормативными правовыми актами, – сложный и длительный процесс.

Изучение терминов может происходить как в часы аудиторных занятий, так и в часы, отведенные для самостоятельной подготовки. Процесс повторения и запоминания терминов и определений обучающимися в рамках учебной дисциплины можно упростить путем использования игровых форм. Обучение в игровой форме способствует повышению интереса у обучающихся, позволяет облегчить процесс запоминания (повторения), изучения нового материала и т. д.

Примером игровой формы обучения может служить работа с тематическими кроссвордами, что позволяет организовывать как индивидуальную, так и групповую работу обучающихся. Особое внимание при составлении кроссвордов нужно обращать на однозначность, простоту формулировок определений и изученность терминов. Основные принципы, лежащие в основе составления кроссвордов, были описаны нами ранее в работе [1].

В общем случае термины и определения кроссворда могут затрагивать материал одного или нескольких занятий (темы). Игровая форма обучения, такая как решение тематических кроссвордов, может быть использована в рамках изучения различных дисциплин, при этом процесс формирования целостной системы терминов и определений у обучающихся упрощается. Решение тематического кроссворда позволяет разнообразить и чередовать виды деятельности обучающихся в ходе проведения занятия, осуществлять

повторение терминов и определений по окончанию, в процессе изучения темы или при подготовке к контролю качества теоретических знаний.

В работе представлены результаты сравнительного анализа процента правильности выполнения письменных работ обучающимися 2 года обучения по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» по повторению темы «Метрология». Обучающиеся были разделены на 3 группы. Первой группе было предложено письменно ответить на вопросы вида:

- 1) Что такое штангенциркуль?
- 2) Что такое мера?
- 3) Что такое величина?
- 4) Что такое свойство?
- 5) Что такое промах?
- 6) Что такое измерение?
- 7) Что такое погрешность?
- 8) Что такое метрология?
- 9) Как называется физическая величина, имеющая в системе СИ единицы измерения «кг»?
- 10) В каких единицах измеряется температура в системе СИ?

Для оценки письменных работ обучающихся первой группы использовались следующие критерии:

0 баллов – ответ неправильный;

0,5 баллов – ответ скорее правильный, чем неправильный, но содержит незначительные ошибки или опiski;

1 балл – ответ правильный.

Обучающимся второй группы нужно было решить тематический кроссворд (рис. 1).

По вертикали:

2) средство измерения, предназначенное для воспроизведения и/или хранения физических величин одного или нескольких размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью;

5) физическая величина, имеющая в системе СИ единицы измерения «кг»;

6) единица измерения температуры в системе СИ;

8) совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины.

По горизонтали:

1) инструмент для измерения внутренних и наружных размеров, а также глубины отверстий с различной точностью;

3) свойство чего-либо, что может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно;

4) философская категория, выражающая такую сторону объекта, явления, процесса, которая обуславливает его различие или общность с другими объектами (явлениями, процессами) и обнаруживается в его отношениях к ним;

7) случайная погрешность результата, которая для данных условий резко отличается от остальных значений;

9) отклонение результата измерений от истинного значения измеряемой величины;

10) наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

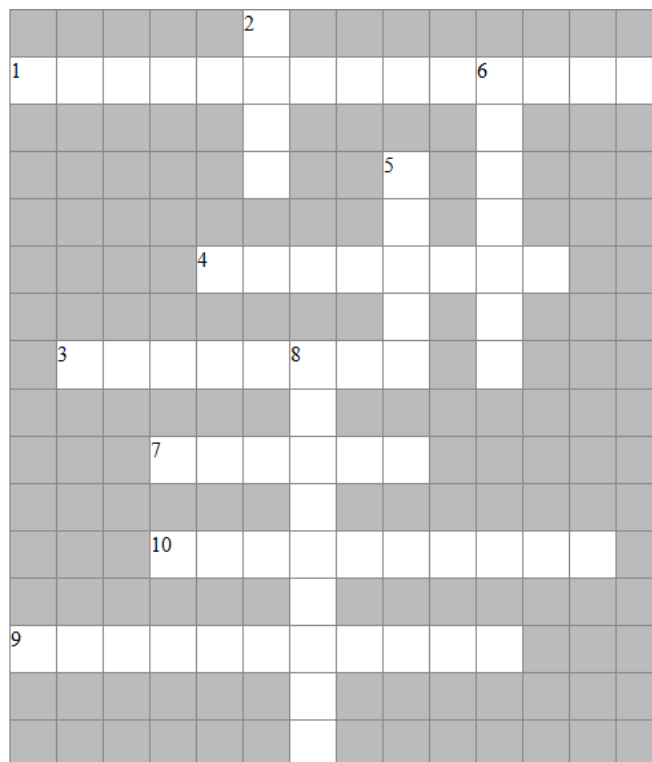


Рис. 1. Скриншот тематического кроссворда по теме «Метрология»

Для оценки письменных работ обучающихся второй группы использовались следующие критерии:

0 баллов – ответ неправильный;

0,5 баллов – ответ правильный, но содержит орфографические ошибки, препятствующие написанию правильных ответов в тематическом кроссворде в дальнейшем;

1 балл – ответ правильный.

Обучающимся третьей группы нужно было ответить на вопросы:

1) Как называют инструмент для измерения с различной точностью внутренних и наружных размеров, а также глубины отверстий?

2) Как называют средство измерения, предназначенное для воспроизведения и/или хранения физических величин одного или нескольких размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью?

3) Как называют свойство чего-либо, что может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно?

4) Как называют философскую категорию, выражающую такую сторону объекта, явления, процесса, которая обуславливает его различие или общность с другими объектами (явлениями, процессами) и обнаруживается в его отношениях к ним?

5) Как называют физическую величину, имеющую в системе СИ единицы измерения «кг»?

6) В каких единицах измеряется температура в системе СИ?

7) Как называют случайную погрешность результата, которая для данных условий резко отличается от остальных значений?

8) Как называют совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины?

9) Как называют отклонение результата измерений от истинного (действительного) значения измеряемой величины?

10) Как называют науку об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности?

Для оценки письменных работ обучающихся третьей группы использовались следующие критерии:

0 баллов – ответ неправильный;

1 балл – ответ правильный.

Время выполнения письменных работ обучающимися первой-третьей групп составляло 11-16 минут. Каждая работа обучающегося была анонимной и оценивалась по критериям, описанным ранее, после чего результаты в пределах группы усреднялись.

По результатам проверки письменных работ, можно заключить, что самый низкий процент правильности выполнения заданий по повторению темы «Метрология» – у обучающихся первой группы, у обучающихся второй и третьей группы он выше на 14,5 % и 8,5 % соответственно. Кроме того, обучающиеся второй группы по окончании выполнения письменных работ отмечали, что процесс решения тематических кроссвордов им кажется интереснее по сравнению с другими формами контроля знаний (письменный опрос, устный опрос, тестирование и т.д.). Таким образом, есть основания полагать, что проводить повторение ранее изученного материала посредством решения тематических кроссвордов целесообразно.

Сам процесс решения тематических кроссвордов обучающимися выступает в качестве методического инструмента, используемого профессорско-преподавательским составом для повторения и закрепления теоретического материала по пройденным занятиям (темам). Использование в процессе обучения заданий по решению тематических кроссвордов позволяет облегчить процесс повторения и запоминания терминов и определений, особенно это касается тем, вызывающих затруднения у обучающихся или предполагающих необходимость выполнения расчетов большого количества физических величин, используя терминологию.

Положительную роль в процессе повторения и запоминания терминов и определений обучающимися может играть также и выполнение индивидуальных заданий по составлению кроссвордов, предполагающее тщательный анализ и изучение теоретического материала. Составление кроссворда обучающимися стимулирует познавательную деятельность, вследствие необходимости обращения к учебной литературе, конспектам и восполнения пробелов в знаниях и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гессе Ж.Ф., Фролова Т.В. О способах формирования системы терминов и определений в рамках учебной дисциплины // Инновационные идеи и методические решения в преподавании естественных наук: материалы VIII Всероссийской научно-методической конференции (28-29 ноября 2017 года); Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2017, с. 28-29

УДК 37.07:65

С. В. Горинова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ О ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аннотация: В статье рассмотрена трансформация образовательного процесса под воздействием факторов информатизации. Особое внимание уделяется принципам трансформации, направлениям и организационно-управленческим аспектам перестройки образовательной среды вуза.

В качестве примера построения образовательного процесса принято направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата) в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Предложена модель формирования траектории обучения курсанта в практико-ориентированной среде.

Ключевые слова: образовательный процесс, трансформация, информатизация, практико-ориентированная среда образовательного учреждения, траектория обучения.

S. V. Gorinova

TO THE PRESIDENT OF TRANSFORMATIONE EAPROCESS

Abstract: The article examines the transformation of the educational process under the influence of information factors. Particular attention is paid to the principles of transformation, direction and organizational and management aspects of restructuring the educational environment of the university. As an example of the construction of the educational process, the direction of preparation of 20.03.01 "Technosphere Security" (the level of the baccalaureate) at the Ivanov Fire and Rescue Academy of the Russian Ministry of Emergency Situations has been adopted. A model of forming the trajectory of the cadet's training in a practice-oriented environment has been proposed.

Keywords: educational process, transformation, informatization, practice-oriented environment of the educational institution, trajectory of education.

Трансформационные процессы становятся обыденными во всех сферах человеческой жизни. Преобразования требуют от людей не только особых знаний и умений, но и способности к адаптации к новым условиям жизнедеятельности. Система образования, включающая в себя управленческую среду, материальную базу, трудовые коллективы с характерной организационной культурой призвана подготовить обучающихся к этим условиям. При этом трансформации начались и в самой системе образования по всему миру. Новая экономика требует от каждого (не только от лучших) овладения новыми компетенциями, способности к самообучению, критического мышления, полноценного владения цифровыми инструментами, источниками и сервисами в своей повседневной работе. Новые Федеральные государственные образовательные стандарты нацеливают каждого обучающегося на формирование способности управлять собственным учением.

На масштаб возникающих проблем политики и ученые обращали внимание неоднократно, указывая на важность и необходимость улучшения качества образования. Во всех странах прошли образовательные реформы с выделением немалых средств. Усилия направлялись на рост результативности образовательных систем и протекающих в них процессов. Трансформация образования предполагает обновление планируемых образовательных результатов, содержания образования, методов и организационных форм учебной работы, а также оценивания достигнутых результатов в быстроразвивающейся цифровой среде для кардинального улучшения образовательных результатов [1].

Основой процесса трансформации образования является формирование и распространение новых процессов и моделей образовательных организаций. Для этого необходим синтез четырех подпроцессов: высокорезультативных педагогических практик; непрерывного профессионального развития профессорско-преподавательского состава; обновления информационных источников, цифровых инструментов и сервисов; организационных и инфраструктурных условий для осуществления необходимых преобразований.

В качестве ограничений, которые должны быть учтены при планировании и реализации образовательного процесса выступают как физические ресурсы и материальная база, на которой предполагается реализация данного процесса, так и организационная культура, как фактор развития организации.

Решение этой задачи предполагает большее внимание системе управления, которая используется в рамках реализации конкретной образовательной программы. В системе высшего образования существует несколько подходов к практико-ориентированному образованию, предполагающие отличные друг от друга модели управления образовательным процессом [2]:

- практико-ориентированное образование с организацией учебной, производственной и преддипломной практики студента с целью привести в соответствие его представления о профессии с требованиями, предъявляемыми реальным бизнесом, осознания собственной роли в социальной работе;

- внедрение профессионально-ориентированных технологий обучения и создание психолого-педагогических условий для их эффективной реализации, способствующих формированию у студентов значимых для будущей профессиональной деятельности качеств личности, а также знаний, умений и навыков, обеспечивающих качественное выполнение функциональных обязанностей по избранной специальности;

- междисциплинарную связь практико-ориентированного образования с использованием возможностей профессионально направленного изучения профильных и непрофильных дисциплин.

В период трансформации образовательного процесса, особенно актуально уделять внимание вопросам управления учебной организацией. Необходимо обеспечить такой уровень образовательного процесса, при котором образовательный результат проявлялся в формировании у обучаемых собственной внутренней мотивации обучения, мышления, воображения, творческих способностей, устойчивого познавательного интереса, при этом сохранялся достаточный уровень управляемости в образовательной структуре.

Необходимость формирования системы жизненно важных, практически востребованных знаний, умений и практического опыта, которая бы позволила будущим специалистам легко адаптироваться к новым задачам, социализироваться в тех социальных группах, куда они попадут, должна сопровождаться четко выстроенной системой управления. Особенность практико-ориентированного обучения заключается в гибкости построения траектории образовательного процесса на основе единства компонентов содержания – общих и профессиональных компетенций; приобретения новых знаний и формирования практического опыта их использования при решении жизненно важных задач и проблем.

Определим основополагающие принципы построения организационной модели управления профессиональной подготовкой специалистов в области защиты от ЧС:

- при разработке ФГОС и ОПОП представители образовательных учреждений и комплектующих органов (будущих работодателей) должны совместно определять основополагающие направления подготовки будущих специалистов;

- комплектующие органы должны принимать активное участие при разработке учебных планов и перечня компетенций в ОПОП, акцентируя внимание на профессиональных и профессионально-направленных компетенциях;

- определение нижней границы коридора вариации должно исходить из расчета наименьшего количества ЗЕТ, необходимого для освоения какой-либо компетенции с учетом общего числа максимально возможной нагрузки, выражаемой в ЗЕТ;

- определение верхней границы коридора вариации должно исходить из расчета наибольшего количества ЗЕТ, необходимого для освоения какой-либо компетенции с учетом общего числа максимально возможной нагрузки, выражаемой в ЗЕТ.

Соблюдение этих принципов позволит повысить эффективность применяемого к образовательному процессу подхода, реализовать максимально возможную осваиваемость компетенций, внедрить наиболее информативную систему контроля качества осваиваемых компетенций обучающимися. Помимо этого, появится возможность ориентации образовательного процесса на конкретные профессии и специальности.

Профессиональная ориентация обучающихся является ключевым элементом самоадаптации на местах будущей службы. В настоящее время за обучающимся формально закреплено право выбора траектории обучения, но при этом речь идет лишь о выборе дисциплин из предлагаемого в учебном плане перечня. Фактически обучающийся при выборе не осведомлен о профессиональных компетенциях, заложенных в дисциплинах и может судить о них лишь по названию дисциплины. Представляется необходимым более скрупулёзно относиться к формированию матрицы компетенций, а так же к подбору факультативных дисциплин и дисциплин «по выбору» в учебных планах.

Ориентация образовательного процесса будет основываться на проведении дополнительных факультативных занятий и введении дополнительных дисциплин, за счет наличия запаса нагрузки в учебном плане. Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата) в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России подразумевает подготовку специалистов по двум основным траекториям: в области пожаротушения и в области надзорной деятельности. В связи с этим и ориентация обучающихся в рамках данного направления подготовки будет происходить по этим траекториям.

В период проведения ориентации, согласно представленной схеме, появляется возможность изменения порядка формирования компетенций, то есть, при необходимости повышения трудоемкости освоения одной компетенции, можно снизить трудоемкость освоения другой компетенции. При этом уровень освоения обеих компетенции останется в допустимых границах, а общее количество нагрузки не изменит свое значение.

Для определения направления ориентации выпускника при распределении его в будущем на должности в области пожаротушения следует особое внимание уделить развитию компетенций первой траектории.

Так как ориентация обучающихся планируется в 7 и 8 семестрах обучения, то выпускникам, планируемым на должности в пожаротушении, следует уделить особое внимание профессионально направленным компетенциям в рамках освоения таких ориентирующих дисциплин, как «Безопасность спасательных работ» и «Организация пожаротушения», а также на всех видах практик, проходящим в эти периоды обучения. Помимо усиления внимания к дисциплинам «по выбору» необходимо введение нескольких факультативов, ориентирующих выпускников на профессиональную деятельность при прохождении службы на данных должностях, например, «Пожарно-спасательная подготовка», «Современная техника и технологии проведения АСДНР», «Порядок организации караульной службы».

Уровень ориентированности обучающихся должен контролироваться также в рамках «биполярной» системы как со стороны образовательных учреждений, так и со стороны комплектующих органов. Контроль со стороны образовательных учреждений организуется посредством периодических аттестаций в течение учебного года, а контроль со стороны комплектующего органа проводится в период прохождения практик. В этот же период комплектующий орган может внести ряд предложений по ориентации обучающегося и дать окончательные установки перед сдачей государственной итоговой аттестации. Работодатель в период организации практик получает возможность оценить готовность обучающегося к самостоятельной профессиональной деятельности и направить его в случае необходимости. Он может дать рекомендации образовательным учреждениям и проконтролировать их исполнение. Корректировки процессов подготовки обучающихся в период практик невозможна без взаимодействия образовательных учреждений с работодателями. Только совместными усилиями возможно изменение траектории ориентации обучающихся.

Подводя итоги анализа процесса формирования компетенций обучающихся можно заметить, что действующая модель недостаточно эффективна. Об этом свидетельствует большой разброс значений ЗЕТ компетенций, прерывистое формирование некоторого ряда компетенций, низкая эффективность системы контроля освоения компетенций. Для решения

выявленных проблем в первую очередь следует обратить внимание на механизм двустороннего контроля качества образовательного процесса и использования комплексной системы оценки знаний обучающихся. Благодаря этому появится возможность адаптации образовательного процесса к требованиям всех субъектов управления образовательной средой, что значительно повысит качество знаний обучающихся и уровень их адаптации к изменившимся условиям трудовой среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования [Текст] / А. Ю. Уваров, Э. Гейбл, И. В. Дворецкая и др. ; под ред. А. Ю. Уварова, И. Д. Фрумина ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», Ин-т образования. — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. — 343с.

2. Мальный И. А., Горинова С. В. Проектирование практико-ориентированной среды при подготовке управленческих кадров в области пожарной безопасности, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций [Текст] / Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2016 (4). — С. 136-142

УДК 614.842.8

А. В. Ермилов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КЛАССА СИТУАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРА МЧС РОССИИ

Аннотация: Развитие технического обеспечения учебного процесса вузов МЧС России создает благоприятную среду для совершенствования учебной деятельности курсантов, насыщенной профессиональным содержанием. Одним из успешных внедрений в учебный процесс является класс ситуационного моделирования. В статье выделены и охарактеризованы методические возможности класса ситуационного моделирования в профессиональной подготовке бакалавра МЧС России. Сделан вывод, что практические занятия на его базе способствуют формированию ряда профессионально значимых качеств и адекватного понимания деятельности сотрудника МЧС России в среде с наличием фактора риска.

Ключевые слова: курсант, бакалавр, профессиональная подготовка, оперативно-тактические действия, ситуация риска, ситуационное моделирование, профессионально значимые качества.

V. A. Ermilov

METHODOLOGICAL POSSIBILITIES OF A CLASS OF SITUATIONAL MODELLING IN THE PROFESSIONAL TRAINING BACHELORS OF EMERCOM OF RUSSIA

Abstract: The development of technical support for the educational process of universities of the Ministry of Emergencies of Russia creates an enabling environment for improving the educational activities of cadets saturated with professional content. One of the successful implementations in the educational process is the class of situational modeling. The article highlights and characterizes the methodological capabilities of the situational modeling class in the professional training of the bachelor of the Ministry of Emergencies of Russia. It is concluded that practical exercises on its basis contribute to the formation of a

number of professionally significant qualities and an adequate understanding of the activities of the EMERCOM of Russia in an environment with a risk factor.

Keywords: cadet, bachelor, professional training, operational and tactical actions, risk situation, situational modeling, professionally significant qualities.

В настоящее время вузы МЧС России оснащены классами ситуационного моделирования, которые позволяют рассматривать и оценивать действия по тушению пожара на объектах различного функционального назначения. В трудах А.В. Пешкова и Е.А. Карама под ситуационным центром понимается, комплекс программно-технических средств, на основе которых возможно осуществление мониторинга и принятия решений, при возникновении определенных событий [10, с. 8].

В ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России класс состоит из рабочего места преподавателя, видеостены и шестнадцати автоматизированных рабочих мест. Рабочее место преподавателя оснащено ЭВМ с высокой производительностью и специальным программным обеспечением, обеспечивающим работу класса и визуализацию оперативно-тактических действий при тушении пожара. Автоматизированные рабочие места оснащены ЭВМ и специальным программным обеспечением. Класс имеет внутренний сервер, что позволяет курсантам взаимодействовать между собой и преподавателем, а также доступ в интернет для получения необходимой оперативной информации.

Класс ситуационного моделирования применяется в учебном процессе академии при обучении курсантов 42 учебного курса на практических занятиях по учебной дисциплине «Организация пожаротушения». Схема класса представлена на рисунке.

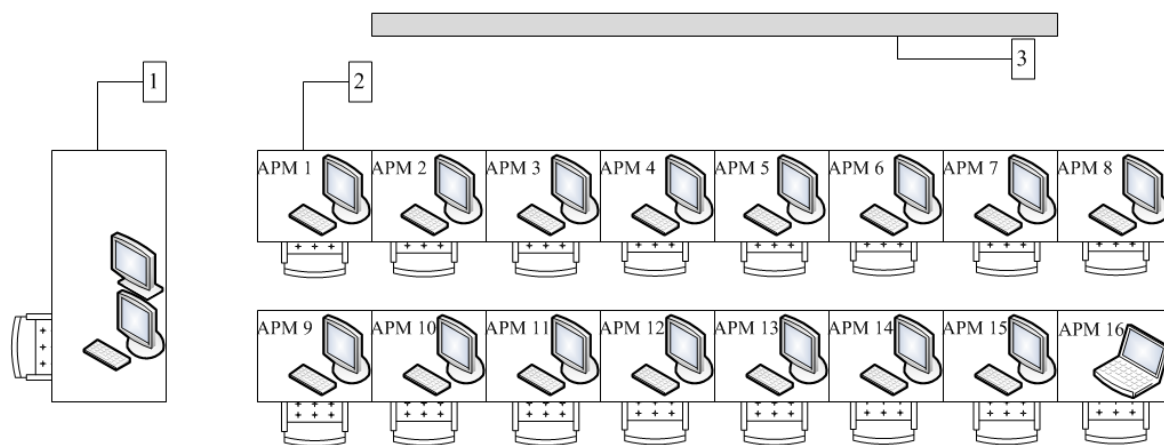


Рис. Схема класса ситуационного моделирования: 1 – рабочее место преподавателя; 2 – автоматизированное рабочее место обучаемого; 3 – видеостена

Под требования учебно-воспитательного процесса в вузе МЧС России к подготовке курсантов по профессиональному назначению разработан учебный модуль формирования профессионально значимых качеств курсантов [2]. Под профессионально-значимыми качествами бакалавров понимаются качества, определяющие способность бакалавра выполнять деятельность по профессиональному назначению при ликвидации сложившейся чрезвычайной ситуации, обеспечивая управление личным составом и собой в ситуации риска, проявляя верность профессиональному долгу, решительность и самоотверженность [7, с. 336].

Учебный модуль адаптирован к особенностям проведения занятий в классе ситуационного моделирования и является основой практической составляющей учебной дисциплины «Организация пожаротушения». Учебный модуль позволяет реализовывать в

учебной деятельности технологию деятельности сотрудника МЧС России. В исследования под технологией деятельности понимается деятельность конкретного субъекта образовательной деятельности с использованием технологий, методов, средств и приемов, которые доступны при достижении определенной цели [8, с. 5]. Четырехлетний практический опыт применения учебного модуля позволил выделить методические возможности класса ситуационного моделирования в профессиональной подготовке бакалавра МЧС России:

1. Создание, совершенствование и реализация базы данных реальных профессиональных ситуаций. Уникальность тушения каждого пожара не вызывает сомнений. На данный аспект оказывает влияние планировка объекта пожара, место возникновения пожара и пути его распространения, наличие водоисточников, наличие пострадавших, тактические возможности прибывших сил и средств пожарной охраны и др. Профессиональные ситуации по степени воздействия фактора риска возможно распределить на типичные и не типичные. В следствие этого преподавателям необходимо создавать и совершенствовать базу практико-ориентированных задач при тушении пожара на различных объектах экономики, что позволит обучающимся произвести анализ большего количества реальных профессиональных ситуаций.

2. Моделирование оперативно-тактической характеристики объектов, а также профессиональной ситуации на месте пожара. Специальное программное обеспечение создает возможность детального воссоздания обстановки профессиональной среды ликвидации чрезвычайной ситуаций [9]. Данная особенность позволяет курсантам всесторонне осмысливать содержание профессиональной ситуации, находить наиболее оптимальный путь ее решения, отталкиваясь от тактических возможностей имеющихся в подчинении сил и средств.

3. Дифференциация уровней сложности обучения с учетом индивидуальной подготовленности курсантов. Каждый курсант имеет индивидуальный уровень компетентности и сформированности профессионально значимых качеств, то есть предрасположенности к выполнению учебной деятельности насыщенной профессиональным содержанием. Класс позволяет моделировать профессиональные ситуации на уровне сложности «начальник караула» и «оперативный дежурный» [3; 4; 5]. Преподаватели имеют возможность подстраивать практико-ориентированные задачи под каждого обучающегося, постепенно увеличивая уровень их сложности.

4. Возможность оценки уровня подготовленности курсанта и развитости его профессионально значимых качеств. Преподаватели имеют возможность создания условий в процессе проведения практического занятия, которые способствуют проявлению компетенций и профессионально значимых качеств курсантов. Полученные сведения лежат в основе корректировки содержания учебной деятельности, проявляющейся в решении практико-ориентированных задач.

5. Визуализация профессиональной обстановки, развития и тушения на месте пожара на основе фото и видеoinформации, в том числе с беспилотных летательных аппаратов, а также компьютерных 3D моделей объекта пожара [6]. Класс ситуационного моделирования позволяет преподавателям дополнять текстовое описание обстановки на месте пожара фотографиями, схемами и моделями объекта. При выполнении упражнения возможен показ видеофайлов, показывающих обстановку в пути следования и изменение обстановки в процессе тушения пожара. Компьютерная 3D модель объекта позволяет лучше ознакомиться с объемно-планировочными решениями.

6. Самооценка личностного и профессионального развития. В процессе решения практико-ориентированных задач и защиты полученных результатов курсанты видят пробелы и недостатки своей подготовки. Данный аспект, при наличии соответствующей мотивации к овладению профессией, позволяет им активно работать над собой.

7. Повышение мотивации курсантов к овладению профессией. Каждый курсант, по возможности выступает с докладом о полученных результатах решения практико-

ориентированной задачи. Активная дискуссия курсантов и преподавателя, формирует у обучающихся адекватное представление о профессиональных действиях в ситуации риска, а положительный результат выполнения упражнения повышает мотивацию в углубленном изучении пожарно-технических дисциплин УНК «Пожаротушение».

8. Формирование профессионально значимых качеств бакалавров, таких как дисциплинированность (управляемость), находчивость, уверенность в своих силах и способностях, лидерство, быстрота принятия решений в условиях отвлекающих воздействий и дефицита времени, быстрота оценки оперативной обстановки, профессиональная наблюдательность, сообразительность, самостоятельность, взаимовыручка, коллективизм, верность профессиональному долгу, самооценка.

Рассмотренные методические возможности класса ситуационного моделирования лежат в основе совершенствования учебно-воспитательного процесса в вузе МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воленко О.И. Компетентностно-ориентированное наставничество как часть целостного учебного процесса в профессиональном образовании / О.И. Воленко, Е.Н. Фомин // Среднее профессиональное образование. – 2014. – № 1. – С. 3-5.

2. Ермилов А.В. Учебный модуль для формирования профессионально значимых личностных качеств курсантов МЧС России / А.В. Ермилов // Педагогическое образование в России. – 2017. – № 7. – С. 123-128.

3. Ермилов А.В. Основа ситуационной задачи по тушению пожара / А.В. Ермилов, А.В. Дормидонтов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2016. – Т.2. – № 1 (7). – С. 29-31.

4. Ермилов А.В. Ситуационная задача моделирования действий первого прибывшего оперативного должностного лица пожарно-спасательного гарнизона на место вызова / А.В. Ермилов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2017. – Т. 1. – № 8. – С. 340-345.

5. Ермилов А.В. Ситуационная задача моделирования действий старшего оперативного должностного лица пожарно-спасательного гарнизона на месте вызова / А.В. Ермилов // В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность сборник материалов XII международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны. – 2017. – С. 276-279.

6. Ермилов А.В. Применение беспилотных летательных аппаратов при изучении пожарно-тактических дисциплин / А.В. Ермилов, А.В. Дормидонтов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. Т. 2. № 1 (7). С. 26-28.

7. Ермилов А.В. Модель формирования профессионально значимых качеств бакалавров в вузах МЧС России / А.В. Ермилов // Вестник Удмуртского университета. Серия Философия. Психология. Педагогика. – 2018. – Т. 28. – № 3. – С. 335-341.

8. Мардахаев Л.В. Методологические основы формирования социально-адаптивной составляющей профессиональной подготовки в высшей школе / Л.В. Мардахаев, Т.Г. Цуникова // ЦИТИСЭ. – 2015. – № 2 (2). – С. 31.

9. Мардахаев Л.В. Социализирующая ситуация развития личности как явление и процесс: социально-педагогический анализ / Мардахаев Л.В. // ЦИТИСЭ. – 2017. – № 2 (11). – С. 14.

10. Пешков А.В., Карама Е.А. Ситуационное моделирование: учебное пособие. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2013. – 90 с.

УДК 614.842.8

А. В. Ермилов, М. О. Баканов, И. В. Багажков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ»

Аннотация: Подготовленность бакалавров по профессиональному назначению напрямую зависит от учебной деятельности, осуществляемой в рамках изучения пожарно-тактических дисциплин в вузе МЧС России. Содержание дисциплин должно соответствовать требованиям нормативно-правовых актов МЧС России, которые лежат в основе реализации оперативно-тактических действий на месте пожара. Среди ряда пожарно-технических дисциплин можно выделить организацию пожаротушения. Совершенствование ее содержания обеспечивается применением класса ситуационного моделирования, что позволяет формировать компетентность курсанта в рамках ФГОС.

Ключевые слова: курсант, бакалавр, профессиональная подготовка, оперативно-тактические действия, ситуация риска, ситуационное моделирование, профессионально значимые качества.

V. A. Ermilov, O. M. Bakanov, I. V. Bagazhkov

WAYS TO IMPROVE THE DISCIPLINE «ORGANIZATION OF FIRE FIGHTING»

Abstract: Preparation of bachelors in professional appointment directly depends on the educational activities carried out in the study of fire-tactical disciplines at the University of EMERCOM of Russia. The content of the disciplines must meet the requirements of the regulations of the Russian emergencies Ministry, which are the basis for the implementation of operational and tactical actions at the scene of a fire. Among a number of fire-technical disciplines, it is possible to distinguish the organization of fire extinguishing. The improvement of its content is provided by the use of the situation modeling class, which allows the formation of the cadet's competence within the framework of the FSES.

Keywords: cadet, bachelor, professional training, operational and tactical actions, risk situation, situational modeling, professionally significant qualities.

Успешность выполнения основной боевой задачи зависит от подготовленности сотрудника МЧС России, в частности:

– опыта применять эффективные управленческие решения отталкиваясь от информации, полученной при разведке места пожара и тактических возможностей имеющихся в подчинении отделений;

– знания основ и особенностей тушения пожара на различных объектах экономики, управления личным составом, способов спасения людей, эффективного применения пожарных автомобилей и пожарно-технического оборудования и инструмента.

Подготовленность курсанта обеспечивается профессиональной компетентностью и развитыми профессионально значимыми качествами.

Профессиональная компетентность формируется в процессе изучения пожарно-технических дисциплин, одной из которых является «Организация пожаротушения». Это связано, прежде всего, с тем, что дисциплина рассматривает характеристику боевых действий по тушению пожаров на любом объекте экономики, а также эффективность их реализации. В процессе ее изучения курсанты выполняют учебную деятельность, в процессе которой происходит осмысление способов разведки места пожара, управления силами и средствами на месте пожара, спасения людей, а также выбор этапа боевого развертывания сил и средств, определение сил и средств для достижения условия локализации пожара. В

рамках данного аспекта обеспечивается приобретение таких компетенций, как готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе (ОПК-5), способность разрабатывать и использовать графическую документацию (ПК-2), способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации (ПК-15).

Учебная дисциплина предусматривает реализацию ряда активных методов обучения, таких как деловая игра, мозговой штурм, кейс-стади, решение ситуативных задач и др. Активные методы обучения реализуются на практических занятиях, в основе которых лежит профессиональная ситуация. Так, под ситуацией Л.В. Мардахаев понимает, совокупность условий и обстоятельств [8]. Под *ситуацией процесса*, автор понимает своеобразие протекания количественных изменений психических, социальных и педагогических явлений [8].

Практические занятия учебной дисциплины «Организация пожаротушения» делают акцент в отдельности на должность начальника караула и оперативного дежурного, так и общей динамики действий пожарно-спасательных подразделений на месте вызова. Учебная деятельность курсантов осуществляется в среде разработанного учебного модуля, содержащего базу практико-ориентированных задач [2].

Виды практической занятий дисциплины:

1) Моделирование действий начальника караула первого прибывшего пожарно-спасательного подразделения [3; 4]. На практическом занятии курсант выступает в должности начальника караула (РТП-1). Обучающимся предлагается: оценить профессиональную ситуацию; выполнить расчет потребности в силах и средствах; принять решения на основе визуального анализа фото, видеoinформации и полученных расчетных данных; выполнить расстановку имеющихся сил и средств; отдать распоряжения подчиненным командам отделений и водителям.

2) Моделирование действий оперативного дежурного, прибывшего на место пожара [3; 5]. На практическом занятии курсант выступает в должности оперативного дежурного (РТП-2). Обучающимся предлагается: оценить профессиональную ситуацию и действия первого руководителя тушения пожара; выполнить расчет потребности в силах и средствах; принять решения на основе визуального анализа фото, видеoinформации, полученных расчетных данных, а также действий РТП-1; выполнить перераспределение имеющихся и расстановку дополнительно прибывших сил и средств; отдать распоряжения подчиненным начальникам караулов.

3) Поэтапное моделирование действий пожарно спасательных подразделений при тушении пожара [3; 6]. Обучающимся предлагается: оценить профессиональную ситуацию, выполнить моделирование пути, пройденного огнем и расстановку сил и средств на каждый временной отрезок прибытия пожарно-спасательных подразделений до момента достижения локализации пожара. Упражнение заканчивается построением графика изменения площади пожара, требуемого и фактического расхода огнетушащих веществ во времени.

4) Анализ оперативно-тактических действий при тушении пожара на основе видео беспилотного летательного аппарата. Обучающимся предлагается выполнить схему расстановки сил и средств на различных временных отрезках развития и тушения пожара, при этом оценить положительные и отрицательные стороны действий руководителя тушения пожара при расстановке сил и средств, выборе насосно-рукавных схем. Видеoinформация получена на пожарно-тактических учениях на базе практики Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России с помощью квадрокоптера DJI Phantom 3 Advanced.

При реализации активных методов обучения отдельная роль принадлежит преподавателям [1]. Так, в трудах Л.В. Мардахаева и Т.Г. Цуниковой подчеркивается, что ключевой фигурой профессиональной подготовки бакалавров в техническом университете является преподаватель как субъект ее реализации в соответствии с социальным заказом,

предъявляемым к техническому вузу [7]. Преподаватель должен создать активную дискуссию при разборе вариантов, решенных курсантами, профессиональных ситуаций. При этом в процессе профессионального общения с курсантами позволять им самостоятельно оценивать и выбирать способы решения проблемной ситуации. Таким образом, формируя адекватное представление о сущности профессиональной деятельности на месте пожара в ситуации риска.

Рассматривая специфику дисциплины «Организация пожаротушения», следует отметить, что она является завершающим этапом профессиональной подготовки курсантов в вузе МЧС России, обладающих глубокими теоретическими знаниями, умениями и навыками, необходимыми для организации тушения пожаров и руководства действиями пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров на различных объектах противопожарной защиты. Пути совершенствования учебной дисциплины являются:

- разработка базы профессиональных ситуаций, содержащих различный уровень риска;
- разработка алгоритмов решения профессиональных ситуаций, содержащих различный уровень риска;
- развитие профессиональной компетентности профессорско-преподавательского состава.

Таким образом, совершенствование содержания учебной деятельности в рамках дисциплины «Организация пожаротушения» повысит эффективность выполнения бакалавром деятельности по профессиональному назначению в ситуации риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воленко О.И. Система дополнительного профессионального образования, как социально-экономическая сфера общества: становление и развитие / О.И. Воленко, Е.А. Скворцов // ЦИТИСЭ. – 2017. – № 4 (13). – С. 29.
2. Ермилов А.В. Учебный модуль для формирования профессионально значимых личностных качеств курсантов МЧС России / А.В. Ермилов // Педагогическое образование в России. – 2017. – № 7. – С. 123-128.
3. Ермилов А.В. Основа ситуационной задачи по тушению пожара / А.В. Ермилов, А.В. Дормидонтов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2016. – Т.2. – № 1 (7). – С. 29-31.
4. Ермилов А.В. Ситуационная задача моделирования действий первого прибывшего оперативного должностного лица пожарно-спасательного гарнизона на место вызова / А.В. Ермилов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2017. – Т. 1. – № 8. – С. 340-345.
5. Ермилов А.В. Ситуационная задача моделирования действий старшего оперативного должностного лица пожарно-спасательного гарнизона на месте вызова / А.В. Ермилов // В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность сборник материалов XII международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны. – 2017. – С. 276-279.
6. Ермилов А.В. Применение беспилотных летательных аппаратов при изучении пожарно-тактических дисциплин / А.В. Ермилов, А.В. Дормидонтов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. Т. 2. № 1 (7). С. 26-28.
7. Мардахаев Л.В. Методологические основы формирования социально-адаптивной составляющей профессиональной подготовки в высшей школе / Л.В. Мардахаев, Т.Г. Цуникова // ЦИТИСЭ. – 2015. – № 2 (2). – С. 31.
8. Мардахаев Л.В. Социализирующая ситуация развития личности как явление и процесс: социально-педагогический анализ / Мардахаев Л.В. // ЦИТИСЭ. – 2017. – № 2 (11). – С. 14.

УДК 614.842.8

А. В. Ермилов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СИТУАЦИОННАЯ ЗАДАЧА ПОЭТАПНОГО ПРИБЫТИЯ СИЛ И СРЕДСТВ НА МЕСТО ПОЖАРА

Аннотация: Подготовленность бакалавров по профессиональному назначению определяется уровнем готовности решать реальные профессиональные ситуации в ситуации риска. Одним из направлений повышения данного показателя является применение ситуационного моделирования в учебно-воспитательном процессе вуза МЧС России. В ситуационном моделировании профессиональной деятельности на месте пожара можно выделить практико-ориентированные задачи, рассматривающие поэтапное прибытие пожарно-спасательных подразделений. Они раскрывают деятельность первого прибывшего на место пожара начальника караула и оперативного дежурного, что позволяет преподавателям всесторонне оценить подготовленность бакалавров.

Ключевые слова: курсант, бакалавр, профессиональная подготовка, оперативно-тактические действия, ситуация риска, ситуационное моделирование, профессионально значимые качества.

V. A. Ermilov

SITUATIONAL TASK OF THE STAGED ARRIVAL OF FORCES AND MEANS TO THE FIRE PLACE

Abstract: The level of preparedness of bachelors for professional purposes is determined by the level of readiness to solve real professional situations in a situation of risk. One of the ways to increase this indicator is the use of situational modeling in the educational process of the University of the Ministry of emergency situations of Russia. In situational modeling of professional activity at the scene of a fire, it is possible to identify practice-oriented tasks that consider the gradual arrival of fire and rescue units. They reveal the activities of the first guard chief who arrived at the scene of the fire and the operational duty officer, which allows teachers to comprehensively assess the readiness of bachelors.

Keywords: cadet, bachelor, professional training, operational and tactical actions, risk situation, situational modeling, professionally significant qualities.

Опыт применения метода ситуационного моделирования реальных профессиональных ситуаций в Ивановской пожарно-спасательной академии показал, что оно оказывает положительное влияние на уровень становления курсантов по профессиональному назначению. В частности, у курсантов, за счет создания практико-ориентированной среды, повышается мотивация к овладению профессией и саморазвитию своих профессионально значимых качеств, которая является решающим фактором при изучении пожарно-технических дисциплин учебно-научного комплекса «Пожаротушение» [1; 6; 7].

В настоящее время разработан учебный модуль решения ситуационных практико-ориентированных задач на уровне сложности «начальник караула» и «оперативный дежурный» [2; 3; 4; 5]. С целью совершенствования учебного модуля была предпринята попытка объединения дифференцированных ситуационных задач в комплексную задачу, раскрывающую особенности поэтапного прибытия пожарно-спасательных подразделений на место пожара.

Ситуационная задача рассматривает варианты возникновения пожара в ОГУ «Ивановская областная научная библиотека». Учреждение предназначено для хранения и выдачи литературы. Характеристика объекта. Общая численность работающих в библиотеке

70 человек, количество посетителей около 200 человек. Здание, пятиэтажное, имеется цокольный этаж, III степени огнестойкости, размером в плане 47×28×18 метров. В здании имеется чердак и подвал. Стены здания выполнены из кирпича, в помещениях книгохранилища перегородки кирпичные, в других помещениях здания кирпичные и деревянные, перекрытия выполнены в помещениях книгохранилища из железобетонных конструкций, перекрытия остальной части здания из деревянных конструкций, кровля металлическая по деревянным балкам. Горючей нагрузкой является: строительно-отделочные материалы, мебель, большое количество книг и другой литературы. Наружное противопожарное водоснабжение обеспечивается от пожарных гидрантов на кольцевом водопроводе диаметром 125 мм.

Порядок выполнения упражнения.

Обучающийся, открыв документ, попадает на страницу «Тема занятия», на которой заполняет поля желтого цвета, дважды кликнув по полю.

На второй странице «Тактический замысел», обучающийся знакомится с необходимой оперативно-тактической информацией и производит анализ обстановки на месте вызова. Например: «Обстановка на пожаре: пожар возник в 11 ч. 15 мин. в помещении книгохранилища на 3-ем этаже. Из окон выходит дым. Центральная лестничная клетка задымлена, внутри видны отблески пламени. Горят стеллажи с книгами. Существует угроза распространения пожара в кабинеты и читальный зал. Октябрь. Температура воздуха -5⁰С».

Страница «Расстановка сил и средств первого прибывшего пожарно-спасательного подразделения» содержит схему объекта пожара, водоснабжения и таблицу сил и средств, находящихся в распоряжении первого прибывшего начальника караула. На данной странице также указано время сообщения о пожаре ($t_{со}$), время следования пожарно-спасательного подразделения ($t_{сл}$), время разворачивания пожарно-спасательного подразделения ($t_{рп}$), интенсивность подачи огнетушащих веществ ($I_{тр}$) и линейная скорость распространения пламени ($V_{л}$) (Рис. 1).

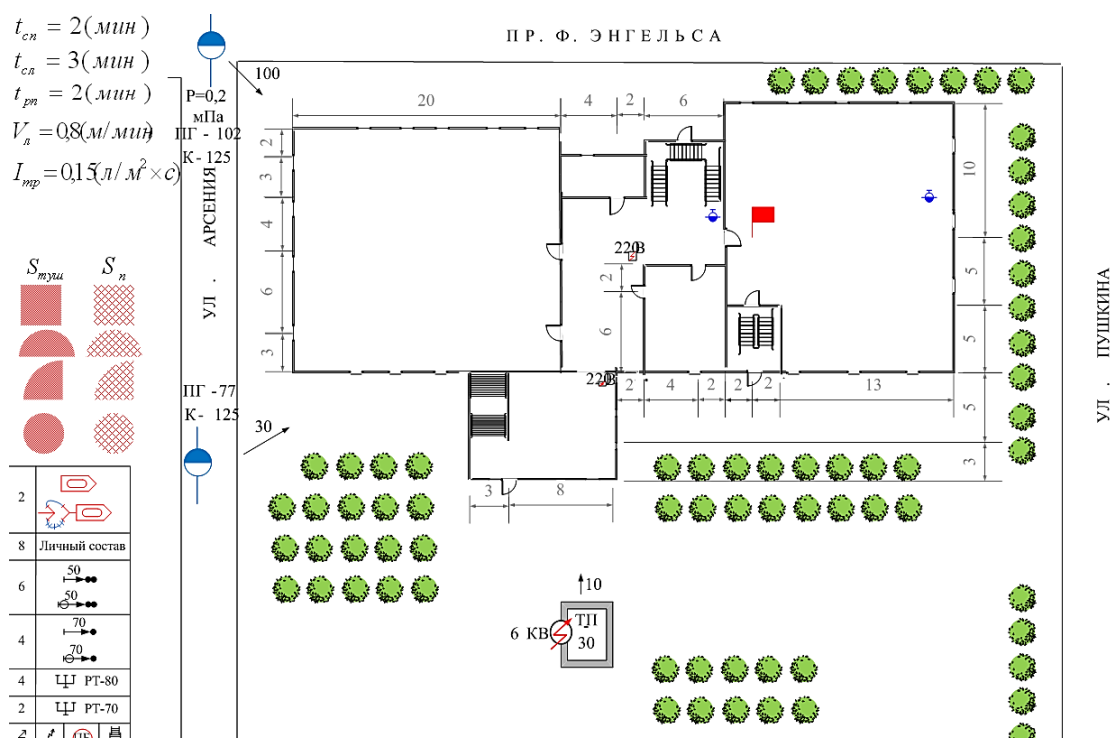


Рис. 1. Страница «Расстановка сил и средств первого прибывшего пожарно-спасательного подразделения»

Порядок выполнения упражнения обучаемым:

- расчет свободного времени развития пожара;
- расчет пути пройденного огнем;
- моделирование площади пожара путем перемещения условно-графического изображения одной из геометрических фигур располагающейся на схеме;
- расчет значения площади тушения пожара (S_T) и требуемого расхода огнетушащих веществ ($Q_{тр}$) необходимого для каждого фронта пожара;
- моделирование оперативно-тактических действий путем составления схемы расстановки сил и средств с учетом тактических возможностей имеющихся в распоряжении отделений (Рис. 2).

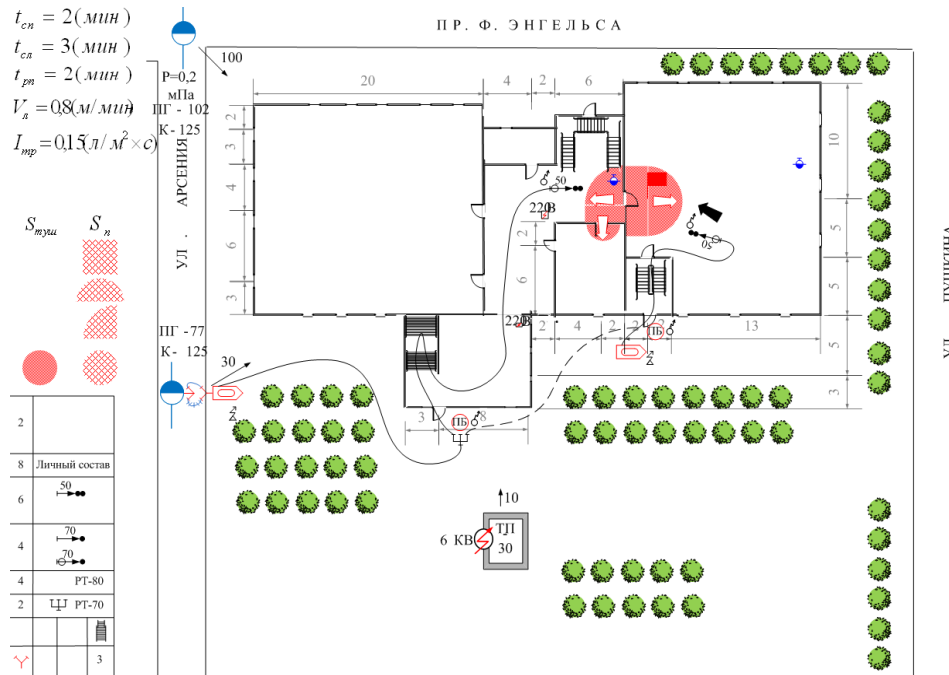


Рис. 2. Моделирование оперативно-тактических действий путем составления схемы расстановки сил и средств

- определение фактического расхода подачи огнетушащих веществ ($Q_{ф}$) для каждого фронта пожара (суммарный расход работающих стволов на каждом фронте пожара);
- определение условия локализации для каждого фронта пожара, то есть $Q_{ф} \geq Q_{тр}$;
- определение требуемого количества пожарных автомобилей, личного состава и отделений;
- вывод о достаточности сил и средств на месте вызова.

Определив возможность локализации на каждом фронте пожара и выполнив расстановку сил и средств, обучаемый выделяет объект пожара и расстановку сил и средств → копирует выделенное → переходит на следующую страницу «Расстановка сил и средств второго прибывшего пожарно-спасательного подразделения» и вставляет выделенное.

На странице «Расстановка сил и средств второго прибывшего пожарно-спасательного подразделения» изменяются показатели временных параметров развития пожара, а также таблица сил и средств, находящихся в распоряжении руководителя тушения пожара в зависимости от количества и вида прибывших пожарных автомобилей. Курсант выполняет рассмотренный порядок действий и делает вывод о наступлении локализации на каждом фронте пожара и достаточности сил и средств на месте вызова. Курсант копирует схему

расстановки сил и средств и переносит ее на следующую, пока не будут достигнуты два этих условия.

При достижении данных условий упражнение завершается сохранением документа в формат PDF или XPS (Файл → Опубликовать как PDF или XPS → папка на внутреннем сервере ситуационного класса).

Обучающийся, защищает перед учебной аудиторией или преподавателем, принятые действия на момент прибытия каждого пожарно-спасательного подразделения на место вызова, делает вывод на какой минуте с момента возникновения пожара наступит локализация пожара. Оценка выставляется преподавателем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воленко О.И. Система дополнительного профессионального образования, как социально-экономическая сфера общества: становление и развитие / О.И. Воленко, Е.А. Скворцов // ЦИТИСЭ. – 2017. – № 4 (13). – С. 29.

2. Ермилов А.В. Учебный модуль для формирования профессионально значимых личностных качеств курсантов МЧС России / А.В. Ермилов // Педагогическое образование в России. – 2017. – № 7. – С. 123-128.

3. Ермилов А.В. Основа ситуационной задачи по тушению пожара / А.В. Ермилов, А.В. Дормидонтов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2016. – Т.2. – № 1 (7). – С. 29-31.

4. Ермилов А.В. Ситуационная задача моделирования действий первого прибывшего оперативного должностного лица пожарно-спасательного гарнизона на место вызова / А.В. Ермилов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2017. – Т. 1. – № 8. – С. 340-345.

5. Ермилов А.В. Ситуационная задача моделирования действий старшего оперативного должностного лица пожарно-спасательного гарнизона на месте вызова / А.В. Ермилов // В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность сборник материалов XII международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны. – 2017. – С. 276-279.

6. Мардахаев Л.В. Методологические основы формирования социально-адаптивной составляющей профессиональной подготовки в высшей школе / Л.В. Мардахаев, Т.Г. Цуникова // ЦИТИСЭ. – 2015. – № 2 (2). – С. 31.

7. Мардахаев Л.В. Социализирующая ситуация развития личности как явление и процесс: социально-педагогический анализ / Мардахаев Л.В. // ЦИТИСЭ. – 2017. – № 2 (11). – С. 14.

УДК 378.1

С. А. Зайцева, И. В. Иванов

ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет, Шуйский филиал

РАЗВИТИЕ ИКТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕДАГОГА В УСЛОВИЯХ МАГИСТЕРСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Аннотация: В соответствии с постоянно обновляющимися образовательными возможностями информационных и коммуникационных технологий не может оставаться неизменным и уровень ИКТ-компетентности современного педагога. В статье описывается одна из возможностей повышения уровня данной компетентности в условиях второй ступени высшего

образования – магистратуре. Образовательная программа «Информационные технологии в профессиональной деятельности педагога» педагогического направления подготовки востребована в образовательной практике и успешно реализуется в Ивановском государственном университете на базе Шуйского филиала. Выпускники магистерской программы успешно реализуют программу информатизации Российского образования в различного рода образовательных учреждениях.

Ключевые слова: студент, вуз, информационные технологии, ИКТ-компетентность, педагог, магистратура.

S. A. Zaytseva, V. V. Ivanov

THE DEVELOPMENT OF ICT COMPETENCE OF TEACHERS IN THE CONDITIONS OF TRAINING ACCORDING TO THE MASTER'S PROGRAM

Abstract: In accordance with the constantly updated educational opportunities of information and communication technologies, the level of ICT competence of a modern teacher cannot remain unchanged. The article describes one of the possibilities to increase the level of this competency in the conditions of the second stage of higher education - master's program. The educational program "Information Technologies in the Professional Activity of the Teacher" of the pedagogical direction of training is in demand in educational practice and is being successfully implemented at Ivanovo State University on the basis of the Shuya branch. Graduates of the master's program successfully implement the program of informatization of Russian education in various kinds of educational institutions.

Keywords: student, university, information technologies, ICT competence, teacher, master.

Активная модернизация учебно-воспитательного процесса всех уровней образования России основана на продуманном и результативном использовании постоянно обновляющихся средств информационных и коммуникационных технологий. Данный процесс открывает новые перспективы для повышения эффективности учебно-воспитательного процесса, самообразования, повышения доступности образования для всех категорий потребителей образовательных услуг. Значимым фактором стабильности образовательной политики страны является подготовленность ее педагогических работников в области современных технологий, их готовность к профессиональному развитию и продвижению идей информатизации образования. Для реализации намеченных идей практикующему педагогу требуется постоянная работа над развитием ИКТ-компетентности. ИКТ-компетентность педагога динамическое понятие и его содержание находится в соответствии с современными тенденциями в науке, обществе и образовательной практике [1].

Одним из результативных путей и способов повышения своей ИКТ-компетентности для педагога может является получение образования на этапе магистерской подготовки в вузе. В Шуйском филиале ИвГУ на протяжении шести лет реализуется образовательная программа магистерской подготовки «Информационные технологии в профессиональной деятельности педагога» направления подготовки 44.04.01 Педагогическое образование. Реализуемая образовательная программа осуществляет подготовку педагога к выполнению профессиональных функций в сфере использования современных образовательных технологий, обозначенных в требованиях Профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [2].

Образовательная программа ориентирована на следующие типы задач профессиональной деятельности выпускников: педагогический, научно-исследовательский и проектный. Наряду с зафиксированными во ФГОС ВО [3] универсальными и общепрофессиональными компетенциями, образовательной организацией выделены следующие профессиональные компетенции, которые позволяют ориентировать педагогов на выполнение задач информатизации образования:

ПК-1. Способен применять средства информационно-коммуникационных технологий в решении педагогических задач (Тип задач профессиональной деятельности: педагогический). Выпускник знает: основы методики преподавания с использованием дистанционных образовательных технологий и электронного обучения; умеет: адекватно оценивать портфель образовательных ИКТ-решений для учебного процесса; эффективно использовать стандартные компьютерные приложения и интегрировать современные ИКТ в образовательный процесс; выявлять и внедрять ИКТ-инновации в образовательный процесс; владеет: методиками организации и осуществления образовательного процесса с использованием ИКТ; современными ИКТ, необходимыми для построения эффективных коммуникаций между участниками образовательного процесса; методами анализа эффективности использования ИКТ в образовательном процессе.

ПК-2. Способен разрабатывать электронные ресурсы для организации учебно-воспитательного процесса (Тип задач профессиональной деятельности: педагогический). Выпускник знает: нормы законодательства РФ, регламентирующие использование ИКТ и электронного обучения при реализации основных и дополнительных образовательных программ; требования к использованию ИКТ-методов, инструментов и технологий для создания электронных образовательных ресурсов (ЭОР); умеет: рецензировать ИКТ-решения для создания ЭОР на соответствие психолого-педагогическим требованиям; успешно организовывать работу по созданию и редактированию образовательного контента; владеет методами поиска, управления и представления информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач в электронной информационно-образовательной среде; технологиями разработки ЭОР – элементов электронной информационно-образовательной среды.

ПК-3. Способен вести совместно с другими участниками образовательного процесса исследовательскую деятельность в рамках выбранной проблематики (Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский). Выпускник знает: теоретические основы и технологии организации учебно-исследовательской, научно-исследовательской и проектной деятельности; умеет: осуществлять проектные и научно-исследовательские работы с учетом нормативных требований; руководить научно-исследовательской работой коллектива; владеет навыками организации и проведения учебно-исследовательской, научно-исследовательской и проектной деятельности в ходе выполнения профессиональных функций.

ПК-4. Способен анализировать возможности и потребности обучающихся, проектировать и реализовывать их индивидуальные образовательные маршруты (Тип задач профессиональной деятельности: проектный). Выпускник знает: особенности проектирования индивидуальных образовательных маршрутов в информационно-образовательной среде организации; умеет: оказывать помощь обучающимся в удовлетворении его потребностей в интеллектуальном, культурном, нравственном развитии, профессиональном самоопределении, в выборе образовательной траектории; владеет приемами педагогического проектирования индивидуальных образовательных маршрутов на основе использования ИКТ.

Реализация обозначенных компетенций осуществляется посредством изучения студентами следующих учебных дисциплин, структурированных по модулям:

- Модуль 1. Методология исследования в образовании (Современные проблемы науки и образования. Методология и методы научного исследования. Теория аргументации в исследовательской деятельности)
- Модуль 2. Профессиональная коммуникация (Информационные технологии в профессиональной деятельности. Деловой иностранный язык. Русский язык в профессиональной сфере)
- Модуль 3. Обучение и воспитание в условиях электронной информационно-образовательной среды (Государственная политика в области образования. Теория и

практика разработки информационно-образовательной среды. Электронные среды профессиональных коммуникаций).

- Модуль 4. Информатизация образования (Теория и практика информатизации образования. Управление учебно-воспитательным процессом в условиях информатизации образования. Дисциплина по выбору (Информационные технологии контроля и оценки учебных достижений или Здоровьесберегающие технологии в условиях информатизации образования)).
- Модуль 5. Прикладные информационные технологии в образовании (Использование Web-сервисов в образовательном процессе. Организация информационной безопасности участников образовательного процесса. Проектирование и реализация дистанционных образовательных курсов. Дисциплина по выбору (Облачные технологии в образовании или Методика формирования информационно-коммуникационной компетентности обучающихся)).
- Модуль 6. Электронное обучение в современном образовании (Теория и методика электронного обучения. Веб-портфолио педагога. Аппаратное и программное обеспечение электронного обучения. Дисциплина по выбору (Мониторинг качества образовательного процесса или Ценностно-целевые ориентиры современного воспитания)).
- Модуль 7. Основы научно-исследовательской деятельности (Научно-исследовательский семинар. Математические методы обработки результатов педагогического эксперимента. Организация проектно-исследовательской деятельности обучающихся).

Наряду с дисциплинами, в учебном плане подготовки магистров предусмотрены учебные и производственные практики. Проектно-технологическая практика проходит на базе школ, где магистранты разрабатывают и внедряют в учебно-воспитательный процесс разработанные ими и/или адаптированные электронные образовательные ресурсы. В процессе практики студенты планируют включение в учебно-образовательный процесс школы новых цифровых технологий, проектируют и разрабатывают авторские электронные образовательные ресурсы (ЭОР); планируют уроки, внеклассные занятия, воспитательные мероприятия и др. с использованием разработанных цифровых ресурсов; составляют методические рекомендации для педагогов по использованию созданных ЭОР; разрабатывают инструкции или лабораторные работы по созданию аналогичных ЭОР; составляют отчет по включению разработанных курсов в образовательную практику и аннотации разработанных ЭОР в сравнении с имеющимися аналогами.

Педагогическая практика проходит на базе университета, где магистранты получают опыт организации образовательного процесса в высшей школе – проводят практические и лабораторные занятия с бакалаврами. Данная практика направлена на получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности по реализации целостного образовательного процесса с применением ИКТ; выполнения комплексного анализа научно-педагогического и методического опыта в конкретной предметной области; проектирования отдельных компонентов образовательного процесса; экспертизы отдельных электронных образовательных ресурсов; реализацию образовательных технологий на основе ИКТ. Практика проводится на базе кафедры математики, информатики и методики обучения. Студенты знакомятся с образовательным учреждением, с документацией кафедры: учебно-методическими комплексами, планами учебной и научной работы, с рабочими планами по учебным дисциплинам; совместно с научными руководителями осуществляют проектирование и разработку содержания учебных дисциплин в соответствии с исследуемой научной диссертационной проблемой, разрабатывают планы и конспекты практических и/или лабораторных занятий, проектируют методику включения электронных образовательных ресурсов и технологий в учебно-воспитательный процесс в вузе.

Научно-исследовательская практика магистрантов проводится в школе или вузе в зависимости от выбранной темы магистерской диссертации. В процессе данного вида

практики (2-4 семестры) студенты планируют и реализуют все этапы педагогического эксперимента, выполняют подготовку материалов и участвуют в научных и практических конференциях с публикацией материалов по теме исследования; выполняют подготовку измерительных педагогических материалов для проведения констатирующего и формирующего этапа педагогического исследования, участвуют в реализации педагогического эксперимента, осуществляют систематизацию и обработку полученных материалов. Приведем, в качестве примера, тематику диссертационных исследований магистрантов за последний год: «Технологии виртуальной реальности в образовательном процессе основной школы», «Формирование ИКТ-грамотности у учащихся начальных классов», «Индивидуализация учебного процесса с учащимися начальных классов с ОВЗ на основе использования информационных технологий», «Информационные технологии в организации проектной деятельности учащихся школы», «Использование технологии дополненной реальности для формирования учебно-познавательных компетенций школьников», «Формирование компетентности в области информационной безопасности у обучающихся на уроках Информатики и ИКТ», «Организация информационно-образовательной среды учителя иностранного языка», «Онлайн инструменты визуализации информации как средство формирования цифровых компетенций школьников», «Интернет-олимпиады по информатике как средство развития интереса к предмету учащихся средней школы», «Применение информационных технологий в профессиональной деятельности учителя при подготовке детей к школе».

Анализируя научно-исследовательскую работу магистрантов, хочется отметить наибольшую результативность тех из них, кто непосредственно является практикующим педагогом и нацелен на реализацию задуманных идей и технологий в педагогической практике. Познакомится с идеями и направлениями научно-исследовательской работы будущих магистров можно на сайте ежегодной Международной студенческой научной конференции «Междисциплинарный научный форум».

Выпускники магистратуры востребованы в системе образования. Многие из них поступали на направление подготовки по рекомендации руководства образовательного учреждения или органов управления, которые нуждаются в квалифицированных кадрах в области информатизации образования. На ежегодных ярмарках вакансий в вузе выпускники магистратуры получают достойные предложения от представителей образовательных организаций. Руководители высоко оценивают уровень подготовки выпускников и отмечают их творческую активность, целеустремленность и заинтересованность в самообразовании и профессиональных достижениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зайцева С.А.* Информационные и коммуникационные технологии в подготовке современного учителя // Научный поиск. 2012. № 1. С. 36-41.
2. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [Электронный ресурс]: указание Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.10.2013 г. № 544 н. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 126. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sspu.ru/pages/edu/perechen-op/standart/fgos-44.04.01_act.pdf?v=552244262 (Дата обращения 01.03.2020).

УДК 378.1

В. С. Киселев

ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет, Шуйский филиал

ЭТАПЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНОВЛЕНИЯ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ

Аннотация: В связи с появлением более высоких требований к учителям, необходимо повышать качество их подготовки, делать профессию педагога более привлекательной. В статье раскрываются понятие профессионального становления студентов – будущих учителей и его составляющих. Представлена и раскрыта авторская модель формирования готовности к профессиональной деятельности бакалавров педагогического направления подготовки.

Ключевые слова: студент, вуз, школа профессиональное становление, профессиональная готовность, профессиональная адаптация, педагог.

V. S. Kiselev

STAGES OF PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF A FUTURE TEACHER

Abstract: In connection with the appearance of higher requirements for teachers, it is necessary to improve the quality of their training, to make the profession of a teacher more attractive. The article reveals the concept of professional development of students -future teachers and its components. The author's model of formation of readiness for professional activity of bachelors of pedagogical training is presented and disclosed.

Keywords: student, University, school professional formation, professional readiness, professional adaptation, teacher.

Несмотря на то, что вузы России регулярно выпускают значительное количество бакалавров и магистров по педагогическому направлению подготовки, реальное состояние дел показывает, что школы испытывают острый дефицит в учителях и, особенно, в молодых специалистах. Большинство выпускников педагогического направления подготовки вузов еще в момент получения высшего профильного образования не выражают желания и готовности связать свою профессиональную деятельность с системой образования. Это не как не коррелируется с качеством подготовки будущих педагогов – уровнем сформированности компетенций и их академической успеваемостью, а зависит от склонности и нацеленности студентов на педагогическую деятельность. Данный факт обозначает необходимость решения проблемы профессионального образования – создание условий для успешного профессионального становления будущих педагогов. В своем исследовании мы нацелены на поиск путей решения данной проблемы на уровне подготовки студентов бакалавриата.

Исходя из Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования одной из общепрофессиональных компетенций, который должен обладать выпускник, освоивший программу бакалавриата по направлению подготовки «Педагогическое образование», является готовность сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности. [2].

Под профессиональным становлением педагога мы понимаем длительный, многоплановый и поэтапный процесс подготовки и овладения личностью профессиональной деятельностью, который проходит в своем развитии четыре основные стадии: формирование профессиональных намерений (выбор профессии школьником), профессиональное обучение

(вузовская подготовка), приобщение к профессиональной деятельности (включение в профессиональную деятельность в процессе практик) и профессиональную адаптацию (первые годы работы педагога).

Профессиональное обучение и приобщение к профессиональной деятельности в процессе практик проходит в период обучения студента в вузе на уровне бакалавриата и направлено на формирование у выпускника готовности к профессиональной деятельности.

Под готовностью педагога к профессиональной деятельности мы будем понимать состояние, при котором выпускник вуза имеет необходимый набор развитых профессиональных компетенций, полученных в результате обучения и прохождения практик, владеет гибкими навыками надпрофессиональной подготовки (Soft skills), сформированными в рамках формального, неформального и информального обучения, а также обладает высоким уровнем мотивации к осуществлению этой деятельности.

Мы полагаем, что профессиональное становление студентов бакалавриата – будущих педагогов в условиях взаимодействия вуза со школами будет результативной, способствуя повышению заинтересованности выпускников бакалавриата к осуществлению педагогической деятельности, если выполняются следующие условия:

- вузом систематично и непрерывно проводится профориентационная работа со школьниками, в том числе с применением информационных и коммуникационных технологий;
- планомерно осуществляется взаимодействие обучающихся школ и студентов в рамках дней открытых дверей, конкурсов, олимпиад, квестов и других мероприятий;
- в вузе создана образовательная среда для обучающихся школ, на базе которой студенты могут проходить практику, а также выполнять совместные проекты со школьниками под руководством преподавателей и практикующих учителей;
- реализуется привлечение преподавателей и студентов к педагогической деятельности в школах; включение практикующих учителей в образовательный процесс вуза;
- преподавателями и студентами вуза систематически организуются педагогические конференции для учителей и обучающихся общеобразовательных учреждений;
- на базе вуза организовано функционирование детских центров развития и профильных классов, к организации занятий в которых привлекаются все желающие студенты;
- в рамках центра дополнительного образования вуза осуществляется функционирование кружков, секций, клубов по интересам для учащихся школ с привлечением к этой деятельности студентов как на правах участников (на младших курсах), так и на правах тьюторов и руководителей на средних и старших курсах.

Формирование у выпускников общеобразовательных учреждений сознательного подхода к выбору профессии в соответствии с интересами, состоянием здоровья и особенностями обучающегося, с учетом потребностей в кадрах, как региона, так и страны в целом, а так же развитие этого интереса на протяжении образовательного процесса в вузе является важнейшей педагогической задачей. Согласно концепции модернизации Российского образования, на период до 2020 года предполагается максимальное развитие в каждом человеке его возможностей и способностей; формирование рационального критического мышления сообразно природным склонностям и интеллектуальным способностям обучающихся; вооружение их знаниями современной науки, техники и технологий, позволяющих добиться максимального социально-экономического эффекта, личностной удовлетворённости и гармонии.

Одним из путей достижения намеченных целей является специальным образом организованное взаимовыгодное сотрудничество вуза и школы, предполагающее создание единой среды, в которой смогут взаимодействовать учителя, школьники, студенты, преподаватели и представители администрации. Правильно разработанные механизмы

организации такого взаимодействия помогут школьникам приобщиться к системе вузовского образования, что позволит им получить дополнительные знания, сделать для себя определённые выводы, самоопределиться с выбором будущей профессии. Это значит, выпускники таких школ будут иметь преимущество при выборе будущего места учёбы и более плавно и осознанно войдут в студенческую жизнь и новую для них образовательную среду. Со стороны студентов педагогического вуза, такое сотрудничество расширяет базу для прохождения практик и тем самым повышает качество подготовки будущих педагогических кадров и способствует развитию профессиональной мотивации у студентов бакалавриата к педагогической деятельности.

Качество абитуриентов и профессиональная успешность выпускников в настоящее время являются объективными критериями рейтинга высшего учебного заведения определяют его престижность. Повышение этих критериев во многом зависит от качества организации вузом профориентационной работы с выпускниками школ и направленности образовательного процесса в вузе на формирование и развитие у студентов мотивации к педагогической деятельности, приобретение ими опыта этой деятельности.

Для того, чтобы такая работа была результативной, требуется обеспечить взаимовыгодный обмен различными ресурсами, способствующие достижению значимых целей как для высшего учебного заведения, так и для школы. Если выбор профессии абитуриентом будет осознан, то это обеспечивает вуз заинтересованными студентами, желающими получать образование по выбранному направлению подготовки и в дальнейшем работать по профессии.

На этапе формирования готовности к профессиональной деятельности будущего педагога в вузе для нас представляется значимым ориентация учебной, научной, спортивной, общественной, досуговой деятельности студентов на достижение условий, при которых:

- студенты, поступившие осознанно, не потеряли интерес к педагогической профессии, приобрели необходимый опыт и получили знания для дальнейшего развития и профессионального становления.
- студенты, не имевшие цели стать учителем при поступлении, обрели мотивацию к педагогической деятельности и встали на путь осознанного получения профессии.

Исходя из всего вышеизложенного нами была разработана модель готовности к профессиональной деятельности бакалавров педагогического направления подготовки (рис. 1).

Разработанная нами модель формирования готовности к профессиональной деятельности бакалавров педагогического направления подготовки состоит из концептуального, целевого, содержательного, процессуального, диагностического и результативного блоков. Концептуальный блок содержит основные методологические подходы, принципы построения модели. Целевой блок отражает цель модели – формирование готовности к профессиональной деятельности бакалавров педагогического направления подготовки. В задачи входит повышение уровня профессиональной подготовки, профессиональной мотивации и надпрофессиональной подготовки (soft skills). Содержательный блок отражает те виды деятельности, которые формируют компоненты готовности к педагогической деятельности. Здесь основной идеей является погружение студента в квазипрофессиональную деятельность.



Рис. 1. Модель формирования готовности к профессиональной деятельности бакалавров педагогического направления подготовки

Помимо дисциплин предметно-профильной подготовки и специальной подготовки, и практик, в содержательный блок нашей модели включены конкурсы, олимпиады, форумы, конференции, круглые столы, стажировки. Для организации взаимодействия между школьниками и студентами содержательный блок предполагает различные мероприятия, в которых организуется совместная проектная деятельность, студенты совместно с преподавателями организуют образовательные квесты, в которых обучающиеся школ могут в игровой форме погрузиться в атмосферу вуза. Цели таких мероприятий следующие: профориентационная работа со школьниками, формирование профессиональных компетенций у студентов педагогического направления подготовки, привлечение учителей информатики, как представителей работодателя к образовательной деятельности вуза, стимулирование научно-методической деятельности преподавателей кафедры.

Процессуальный блок модели направлен на формирование готовности к педагогической деятельности студентов педагогического вуза – будущих учителей в условиях взаимодействия с различными образовательными учреждениями с применением инновационных методов, форм, средств обучения при проведении плановых учебных занятий, организации практик и т.д. Диагностический блок модели представлен критериями и уровнями оценки достижения готовности к профессиональной деятельности студентов педагогического вуза – будущих учителей с использованием балльно-рейтинговой системы, направленной на повышение качества образования и авторской методики расчета уровня готовности к педагогической деятельности.

Экспериментальная работа по реализации первых двух этапов профессионального становления педагога (формирование профессиональных намерений на этапе довузовской

подготовки и профессиональной готовности к педагогической деятельности в вузе) позволила сделать вывод о результативности предложенной модели. Реализация третьего этапа профессионального становления педагога (профессиональную адаптацию в первые годы работы педагога) предусмотрена в рамках дальнейшего исследования по выбранному направлению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев В.С., Зайцева С.А. Роль и значение довузовской профориентационной работы со школьниками в профессиональном становлении будущего учителя математики и информатики // Материалы V Международной заочной научной конференции «Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и вузе» Москва, МПГУ, 18-22 декабря 2019 г.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 126. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sspu.ru/pages/edu/perechen-op/standart/fgos-44.04.01_act.pdf?v=552244262 (Дата обращения 01.03.2020).

УДК 378.1

В. В. Кичайкин, А. Н. Ниткин, Е. С. Чумаков, И. А. Краснов, Е. А. Иванов
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ТЕХНОЛОГИЯ МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ КАДРОВ МЧС РОССИИ

Аннотация: статья посвящена актуальной теме совершенствования образовательного процесса в системе МЧС России с помощью применения современных технологий обучения.

Ключевые слова: образовательный процесс, обучение, модульная технология.

V. V. Kichaikin, A. N. Nitkin, E. S. Chumakov, I. A. Krasnov, E. A. Ivanov

TECHNOLOGY OF MODULAR TRAINING IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF EMERCOM OF RUSSIA PERSONNEL

Abstract: The article is devoted to the urgent topic of improving the educational process in the system of the Ministry of Emergencies of Russia using modern teaching technologies.

Keywords: educational process, training, modular technology.

Основная цель современного обучения – построить определенную систему, которая бы смогла обеспечить образовательные потребности каждого обучающегося в соответствии с его направленностью, интересами и возможностями. В учебных организациях МЧС России готовят специалистов широкого профиля, однако не каждому сотруднику будет подходить та или иная специальность, из-за его возможностей, склада ума или личностных качеств. Вследствие этого, на рабочих местах выпускники учебных заведений зачастую сталкиваются с трудностями выполнения должностных обязанностей.

С целью решения данной проблемы предлагается применение модульного обучения и, в соответствии с ней, дальнейшего кадрового распределения выпускников.

Модульное обучение – хорошая возможность традиционного обучения, оно включает в себя все то прогрессивное, что собрано в процессе педагогического опыта по теории и практике. Одна из основных целей модульного обучения формирование у обучающихся умений самостоятельной деятельности и самообразования. Основой модульного обучения является самостоятельное (или с определенной дозой помощи) достижение обучающимися конкретных целей учебно-познавательной деятельности. Обучение основано на формировании механизма мышления, а не на эксплуатации памяти. Рассмотрим последовательности действий построения учебного модуля.

Модуль является целевым функциональным узлом, объединяющем в себе учебное содержание и технологию овладения им в систему высокого уровня целостности.

Алгоритм построения учебного модуля:

1. Разработка модуля теоретического материала.
2. Определение учебных вопросов и тем.
3. Выявление взаимосвязей между учебными темами.
4. Разработка логической структуры образовательных элементов тем.
6. Определение требований по освоению учебных тем.
7. Определение осознанности усвоения учебных тем и ее элементов.

Для управления обучением важным является принцип обратной связи.

1. Перед каждым модулем проводить входной контроль знаний у обучающихся.
2. Проводить согласно планам текущий и промежуточный контроль.
3. После завершения модуля, проведение выходного контроля, с целью выявления пробелов и недостатков в обучении.

Вводить модули в учебный процесс необходимо постепенно. Модули можно вписывать в любую систему обучения и тем самым усиливать ее качество и эффективность. Можно сочетать традиционную систему обучения с модульной.

Модульность подразумевает в себе обучение по отдельным функциональным узлам – модулям, которые предназначены для достижения конкретной цели. Каждый модуль представлен законченным блоком, включающем в себе различные виды и формы обучения. Повысить эффективность процесса подготовки специалистов пожарной безопасности можно при соблюдении следующих условий:

- когда образовательный процесс нацелен на заинтересованность обучающихся в приобретении знаний;
- когда применяется поэтапная организация образовательного процесса от введения и раскрытия понятий до решения сложных практических задач на основе формирования сложных обобщенных умений и навыков;
- когда образовательный процесс сочетается с инновационной работой, изучением научных основ функционирования производств, экономических явлений, новейшей техники и технологии.

Модульная технология в процессе подготовки специалистов по пожарной безопасности в специализированном вузе, характеризуется применением следующих принципов:

- концептуальности и системности;
- бинарности (реализации сочетаний «преподавание — учение», «воспитание — самовоспитание», «управление — самоуправление», «диагностика — самодиагностика»);
- проблемности, обеспечивающей поддержание мотивации и заинтересованности в обучении при сохранении необходимого уровня трудности, сложности, динамики нарастания обученности;
- информативности;
- преобразующей направленности в передаче учебной информации.

После окончания обучения распределение выпускников обычно происходит на ТРИ основных направления: надзорная деятельность и профилактическая работа, организация пожаротушения и проведения АСР, центр управления в кризисных ситуациях. Однако, деятельность данных направлений существенно отличается, так если пожаротушение требует у сотрудников развитых физических качеств и риск-мышления, то выполнение должностной инструкции в надзорной деятельности обязывает человека к творческому мышлению, внимательности и точности в делопроизводстве.

Исходя из этого предлагается разделение специальных предметов у обучающихся на три группы, эффективнее всего данное деление на последних курсах. Эти три группы будут соответствовать трем модулям обучения.

Модуль организации пожаротушения и проведения АСР может включать изучение таких дисциплин как пожарная тактика, организация службы и подготовки, физическая культура, первая помощь и другие дисциплины, изучающие тематику тушения. В модуль надзорной деятельности необходимо ввести предметы по делопроизводству, юриспруденции и права, так как данная деятельность требует знаний законодательств Российской Федерации и изучение нормативно-правовых актов в различных сферах общественной деятельности. Выполнение должностной инструкции в центрах управления в кризисных ситуациях невозможно без навыков работы с программно-техническими комплексами, автоматизированными системами управления, базами данных информационно-справочных систем МЧС России. На постоянном контроле находятся гео-информационные системы, системы оперативного контроля SMS-сигналов, техномониторинг и т.д.

Каждый модуль включает в себя огромный объем информации для изучения, но в образовательных организациях МЧС России на каждую образовательную дисциплину определено ограниченное время для изучения, поэтому знания у обучающихся в большинстве случаев являются поверхностными. Зачастую, выпускникам образовательных организаций приходится обучаться на рабочих местах, что, конечно, сказывается на эффективности работы подразделения в целом.

Самостоятельность, которая является наиболее существенным признаком человека как субъекта деятельности, должна быть неотъемлемым качеством специалиста, работающего в условиях риска и необходимости принятия оптимальных решений в быстро изменяющейся обстановке.

В технологии модульного обучения в вузе МЧС России выделяется ряд положительных черт:

- модульная технология алгоритмично трансформируется до уровня исполнителя, в силу этого обеспечивает минимальный уровень распространения сбоев и ошибок алгоритмов обучения;
- обеспечивается стабильность качества подготовки специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манвелов С.Г. Конструирование современного урока. – М.: Просвещение, 2002.
2. Ларина В.П., Ходырева Е.А., Окунев А.А. Лекции на занятиях творческой лаборатории «Современные педагогические технологии» – Киров: 1999 – 2002.
3. Батышев С.Я. Блочно-модульное обучение: учебное пособие/ С.Я. Батушев.– М.: Трансервис, 1997.-255 с.

УДК 37.01+614.8

И. А. Краснов, А. Н. Ниткин, Д. С. Баранова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПЫТ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ СЛУШАТЕЛЯ МАГИСТРАТУРЫ В ДОЛЖНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА МЧС РОССИИ

Аннотация: тип деятельности магистранта направлен на познание принципов педагогической деятельности, роста профессиональных знаний и умений преподавателя согласно теоретической направленности программы магистратуры. Не менее важными являются умения руководства группой курсантов и студентов, вступление в профессию, познание социального положения, развитие навыков работать в коллективе. В статье рассматривается опыт прохождения практики слушателя магистратуры в должности преподавателя вуза МЧС России, формирование навыков в педагогической деятельности.

Ключевые слова: практика, преподаватель, опыт, вуз, навыки, магистратура, умений, деятельность.

I. A. Krasnov, A. N. Nitkin., D. S. Baranova

EXPERIENCE OF A MASTER'S DEGREE STUDENT AS A TEACHER AT A RUSSIAN EMERGENCIES MINISTRY UNIVERSITY

Abstract: the type of activity of a master's student is aimed at learning the principles of pedagogical activity, the growth of professional knowledge and skills of the teacher according to the theoretical orientation of the master's program. No less important are the skills of leading a group of cadets and students, entering the profession, knowing the social situation, and developing skills to work in a team. The article deals with the experience of a master's degree student's internship as a teacher at the EMERCOM of Russia University, the formation of skills in teaching.

Keywords: practice, teacher, experience, University, skills, master's degree, skills, activity.

Педагогическая практика – главный и эффективный вид высокопрофессионального обучения слушателей магистратуры к дальнейшей педагогической деятельности, где приобретенные теоретические знания применяются на практике.

Производственная деятельность обучающегося магистратуры в должности преподавателя вуза МЧС России является необходимой составляющей основного образовательного учебного плана профессионального обучения магистров направления «Техносферная безопасность». Данный тип деятельности магистранта направлен на познание принципов педагогической деятельности, роста профессиональных знаний и умений преподавателя согласно теоретической направленности программы магистратуры, умений руководства группой курсантов и студентов, вступление в профессию, познание социального положения, развитие навыков работать в коллективе. Главной задачей преподавательской практики является формирование и совершенствование навыков осуществления академического процесса, существенным итогом которого является индивидуальное проведение разных видов занятий на высоком учебно-методическом уровне. В последнее время в вузах МЧС России увеличилась сложность академического процесса по поставленным задачам, их интенсивности и содержанию, что требует более глубокого психологического осознания преподавательским составом закономерностей академической деятельности, принципов и способов обучения, воспитания, а также развития личности.

Цель преподавателя – увлечь, дать положенное направлению мышлению обучающегося, подтолкнуть к изучению, поиску, рассмотрению путей решения той или иной проблемы, обучить своих студентов думать, производить разбор и осмысливание фактов.

Слушатель магистратуры в должности преподавателя вуза МЧС России, прошедший производственную практику по приобретению умений и навыков в области образовательной деятельности, согласно видам профессиональной деятельности, на которые направлена практика, способен решать следующие профессиональные задачи:

Организационно-управленческая:

- постановка работы учебных групп с курсантами и студентами;
- осуществление и проведение тренировок на тренажерах, учебно-тренировочных комплексах, полигонах;

2) научно-исследовательская деятельность:

- осуществление научно-исследовательских работ в некоторых областях, связанных с преподаваемой дисциплиной;

- управлять научно-исследовательскими работами у обучающихся на кафедре.

Под практикой преподавателя слушателя магистратуры подразумевается изучение разных видов деятельности, в которых формируются условия для развития целеустремленности, необходимости самосовершенствования и готовности будущего преподавателя к осуществлению академического процесса.

Важным достижением и успехом в ходе освоения практики в должности преподавателя вуза МЧС мы считаем это приобретение навыков работы с аудиторией, публичные выступления, индивидуальное ведение преподавательской работы.

Прохождение практики в должности преподавателя вуза МЧС России внесла значительное влияние на развитие профессиональных черт и качеств, были сформированы профессиональные компетенции. Стоит отметить положительный опыт работы в коллективе высококвалифицированного преподавательского состава, который способствовал освоению программы практики в полном объеме. Ранее мной не предполагалось прохождение практики в должности преподавателя вуза МЧС России, но после прохождения ее я понимаю, что это очень важная и ответственная работа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Антропов, В.А., Туманов Т.В., Семенко И.Е.* Профессиональное становление личности специалиста в период обучения в ВУЗе. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. ун-та путей сообщения, 2007.

2. *Бандурка В.А., А. М. Тюрина В.А., Федоренко Е.И.* Основы психологии и педагогики. М.: Феникс, 2016. - 256 с.

3. *Крившенко Л. П., Вайндорф М. Е.* Педагогика: Учебник; Под ред. Л. П. Крившенко. - М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2010 - 432 с. ISBN 5-98032-427-5. 7.

4. *Гоник И., Е. Андросюк Е., Подлеснов В., Кучеров В., Садовников В.* Совершенствование учебной и методической работы в условиях инновационного Вуза // Высшее образование в России.-2008.-№ 10.

5. *Котова С. С., Хасанова И. И.* Самостоятельная работа студентов: проектный подход. [Электронный ресурс]: учебное пособие /. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2018 194 с. Режим доступа: <http://elar.rsvpu.ru/978-5-8050-0652-5>. ISBN 978-5-8050-0652-5

УДК 368

Н. А. Кропотова, И. А. Легкова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

НОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ – ОБУЧАЮЩИЙСЯ В ПОДГОТОВКЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Аннотация: В статье обоснована необходимость трансформации образовательного процесса, выявлена потребность в постоянном взаимодействии между профессорско-преподавательским составом образовательной организации и обучающимися. Рассматриваются основные направления данного взаимодействия через единую электронную информационную образовательную среду (ЭИОС). Отмечены достоинства и особенности взаимодействия преподаватель-обучающийся через ЭИОС.

Ключевые слова: подготовка кадров, высококвалифицированный специалист, электронная информационная образовательная среда, взаимодействие преподаватель-обучающийся, мотивирование развития личности, контактная работа, практико-ориентированное обучение.

N. A. Kropotova, I. A. Legkova

NEW CONCEPT OF INTERACTION TEACHER - STUDENT IN PREPARATION OF HIGHLY QUALIFIED SPECIALISTS

Abstract: The article substantiates the need for the transformation of the educational process, reveals the need for constant interaction between the teaching staff of the educational organization and students. The main directions of this interaction through a single electronic information educational environment (EIEE) are considered. The advantages and features of the interaction between teacher and student through EIEE are noted.

Keywords: training, highly qualified specialist, electronic information educational environment, teacher-student interaction, personal development motivation, contact work, practice-oriented training.

В системе высшего образования в настоящее время наметилась устойчивая тенденция нацеленности обучающегося на постоянное взаимодействие с преподавателем. Потребность общества в инициативных, грамотных специалистах; возросший поток информации, которую надо уметь перерабатывать и использовать; быстрое развитие техники, которое требует постоянного послевузовского обучения, способствуют трансформации подходов к подготовке кадров [1]. Современная система российского образования находится в поиске эффективных моделей подготовки специалистов, отвечающих потребностям работодателя. Исходя из анализа нормативно-правовых документов, на основании которых реализуется образовательный процесс, можно определить следующие основы: качество подготовки выпускников; выпускник как продукт образовательного процесса должен выполнять трудовые функции в условиях меняющихся требований.

В связи с этим возникает необходимость перенесения акцентов в образовании с информационных форм и методов обучения на развивающие, превращающие обучающегося из пассивного слушателя в активно думающего участника воспитательно-образовательного процесса. Для решения этой задачи необходимо изменить подходы к организации взаимодействия обучающихся с преподавателями, чтобы повысить качество обучения, развить творческие способности, стремление обучающихся к непрерывному приобретению новых знаний.

Развитие информационного пространства и современные инженерно-технические достижения повышают качество подготовки высококвалифицированных специалистов профессионального высшего образования. Каждый педагог понимает всю важность задачи, которая перед ним стоит, а именно – необходимость внесения вклада в каждого обучающегося для того, чтобы он стремился к непрерывному совершенствованию своего образования, что для специалистов XXI века является неотъемлемой частью развитой личности общества. На основании этого возникает необходимость обобщения курсантоцентрированных принципов трансформации образования в профессиональной подготовке кадров:

- 1) инновационные практико-ориентированные образовательные подходы;
- 2) научно-техническое исследование;
- 3) электронная информационная образовательная среда (ЭИОС), реализующая общее пространство сотрудничества;
- 4) развитие нестандартного мышления обучающегося;
- 5) профессионализм профессорско-преподавательского состава.

Смеем предположить, что практико-ориентированный подход к подготовке современных бакалавров был бы поддержан и К.Д. Ушинским, который считал, что теоретически можно лишь получить определенную информацию о методе преподавания, но навык педагогической деятельности вырабатывается только посредством практики [1]. Для устойчивого внедрения практико-ориентированного подхода в систему подготовки кадров создается эффективная сеть институтов, образующий образовательный холдинг, например, Ивановская пожарно-спасательной академия ГПС МЧС России. Для достижения качества образовательного процесса руководством академии внедрена для активного использования и управления подготовкой кадров ЭИОС; учебный процесс обеспечен самыми современными инновационными тренажерами и комплексами, что позволяет реализовать условия близкие к реальным при решении ситуационных и нестандартных задач, требующих индивидуального подхода; в учебный процесс интегрирована практическая деятельность, поскольку наибольшую ценность представляется умение молодых специалистов применять знания в практической деятельности при освоении новых технологий, выполняя трудовые функции. Стоит отметить, что в процессе подготовки кадров происходит адаптация, становление и развитие личности, владеющей профессиональными знаниями и способной применять умения в нестандартных ситуациях.

Решение развития критического мышления обучающегося, как правило, исходит от педагога. Исходя из данных при изучении персонализации личности обучающегося – портфолио, педагог выстраивает через контактную работу либо асинхронное взаимодействие через ЭИОС академии, внедряя проектную деятельность по учебной дисциплине, креативный подход, добываясь аналитического мышления и анализа поставленной проблемы и выходя на нестандартные решения, которые можно в будущем развить до научно-технических предложений работы пожарных и спасателей.

Цитируя американского ученого в области физики и механики, заложившего основы ракетостроения, сверхзвуковой авиации и космонавтики в США Теодора ван Кармана (Theodore von Karman) «Ученые исследуют мир, который уже существует, а инженеры создают мир, которого раньше не было» [2], возникает основание для развития мышления обучающегося в различных нестандартных условиях. В большей части профессиональное обучение и практическая подготовка высококвалифицированных кадров в области пожарной и техносферной безопасности направлена на развитие стрессоустойчивости и физической выносливости курсантов, при этом не лишены эрудиции и критического мышления. Все ситуационные задачи, рассмотренные в образовательном процессе, относятся к особым или суровым, непригодным для дыхания среде, а также при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в чрезвычайном режиме способствуют мотивированному развитию личности. В ходе данного процесса обучения возникает практикоориентированная

модель трансформирующегося курсанта. Стоит отметить, важную особенность взаимодействия преподаватель-обучающийся, которая представлена в ЭИОС двумя способами: синхронное и асинхронное взаимодействие. Педагогическая поддержка способствует развитию курсанта, как личностному становлению в обществе, так и профессиональной подготовленности. При этом в ответ курсант адаптируется и трансформируется (рис. 1).



Рис. 1. Условная схема профессиональной адаптации и трансформации на примере бакалавра техносферной безопасности

На рисунке представлен условная схема профессиональной адаптации и трансформации на примере бакалавра техносферной безопасности, из которой видно, что первый год обучения является определяющим при становлении базы фундаментальных знаний и законов общегуманитарных и естественнонаучных дисциплин. Второй год обучения адаптирует обучающегося под профессию, вырабатывая трудовые функции по профессии. Реализация практико-ориентированного профильного подхода подготовки кадров высшего образования представлена на рис. 2.



Рис. 2. Практико-ориентированный профильный подход подготовки кадров высшего образования

Основная стратегия состоит в создании и активном пользовании электронной информационной образовательной среды, через которую осуществляется данное взаимодействие:

- синхронное взаимодействие – образовательный чат;
- асинхронное взаимодействие – образовательный портал ответ-вопрос.

Актуальность данной тематики определяется исходя из:

- достаточной теоретической разработанности проблемы комплексного использования электронных информационных ресурсов в образовательном процессе;
- компетентностного подхода к образовательному процессу, для формирования которого уместно участие не только педагогов, но и психологов на этапе осознанности процесса обучения [3];
- практической необходимости активизации и совершенствования работы обучающихся с участием преподавателя.

Подготовка кадров высшего образования на сегодняшний день претерпевает изменения, которые следовало бы рассматривать как меняющиеся во благо повышения его качества. Рассмотренный практико-ориентированный подход, реализуемый в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России является актуальным, поскольку служит основой проектирования, моделирования и развития практико-ориентированного обучения в условиях современного вуза, которая побудит профессорско-преподавательский состав к модернизации педагогического образования. Одним из ярких примеров является, создание электронных педагогических кейс-отек ситуационных задач, соответствующих профилю, которые позволяют мотивировать к работе по различным дисциплинам и управлять учебно-практическим (высшее образование) и учебно-воспитательным процессом (Кадетский пожарно-спасательный корпус), объективно стандартизировано оценивать результаты обучения.

Благодаря внедрению и апробации электронной информационной образовательной среды происходит: автоматическое планирование занятий, реализуется общение преподаватель-обучающийся, обучающийся с использованием электронных учебников корректирует уровень знаний при этом самомотивирует себя на успех.

Ссылаясь на практические данные из опыта работы в образовательном учреждении, следует отметить следующие изменения в образовательном процессе обучающихся:

- изменились формы, виды и методы обучения: используется чередование очного и дистанционного обучения (обучающийся выполняет задание преподавателя в соответствии с запланированным временем, отведенным в индивидуальном плане-графике);
- электронный тестовый контроль как форма контроля усвоения учебного материала: появилась возможность провести самооценку усвоения пройденной темы в виде электронного теста с моментальной объективной оценкой результата, по мнению обучающихся, это мотивирует на повышение уровня знаний, прежде чем преподаватель оценит знания и умения, полученные при самостоятельном изучении;
- внедрение новых средств контроля уровня знаний сопровождается развитием информационно-коммуникативным технологиям в образовательный процесс;
- свободное планирование графика: тренировки, соревнования, командировки, участие на выставках и т.п. возможно без отрыва от образовательного процесса, а это в свою очередь создает условия для развития навыка самообразования как одного из интегративных качеств личности человека [4].

Таким образом, широкое обсуждение нововведений в систему профессиональной подготовки специалистов перестраивает педагогические и технологические подходы, конструируя основные профессиональные образовательные программы с позиции их содержательного наполнения. Необходимость проведения инновационной работы по разработке и внедрению системы профессионального погружения, обучающегося в многофункциональную профессиональную среду, обеспечивающую опережающую

готовность к профессиональной деятельности в контексте современных технологических стратегий, на сегодня является актуальной.

В результате активного использования электронной информационной образовательной среды обучающийся и профессорско-преподавательский состав имеют возможность выстраивать собственную траекторию успешности, формируя потребность в самообразовании, развитии готовности к непрерывному обучению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушинский К.Д. Педагогические сочинения. В 6 т. / Сост. С.Ф. Егоров. М.: Педагогика, 1990. Т.5 528 с.
2. URL: <https://www.diary.ru/~2nd-attempt/p215026173.htm>
3. Кротова Н.А., Иванов В.Е. Концептуальные основы формирования профессиональных компетенций обучающихся. // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 500-503.
4. Кротова Н.А., Горинова С.В., Малый И.А. Анализ адаптационной составляющей в подготовке специалистов РСЧС для работы в сложных климатических условиях. / Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 815-818.

УДК 614.849

А. А. Лазарев, В. Ю. Емелин, А. В. Ганина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О РЕЗУЛЬТАТАХ АНКЕТИРОВАНИЯ УЧАСТНИКОВ ИВАНОВСКОГО ОБЛАСТНОГО ЭТАПА ФЕСТИВАЛЯ «ТАЛАНТЫ И ПОКЛОННИКИ» В 2019 ГОДУ

Аннотация: В статье описаны результаты анкетирования участников Ивановского областного этапа фестиваля «Таланты и поклонники» в марте 2019 года. Данные результаты показывают высокую оценку этой формы ведения противопожарной пропаганды.

Ключевые слова: противопожарная пропаганда, анкетирование, фестиваль, творческие конкурсы для молодежи, педагогическая анимация.

A. A. Lazarev, V. Yu. Yemelin, A. V. Ganina

ABOUT RESULTS OF QUESTIONING OF PARTICIPANTS OF THE IVANOV REGIONAL STAGE OF THE TALENTS AND ADMIRERS FESTIVAL IN 2019

Abstract: In article results of questioning of participants of Ivanovo regional stage of the Talents and Admirers festival in March, 2019 are described. These results show an appreciation of this form of conducting fire-prevention promotion.

Keywords: fire-prevention promotion, questioning, a festival, creative competitions for youth, pedagogical animation.

Современные условия общественного устройства диктуют субъектам профилактики требования, основанные на постоянном видоизменении подачи противопожарной пропаганды, а также создания информационных поводов для средств массовой информации.

Одним из возможных вариантов выполнения данных требований является проведение фестиваля «Таланты и поклонники». Противопожарный контент текстов песен и педагогическая анимация являются неотъемлемой частью данного фестиваля. Подача информации о мерах пожарной безопасности в ненавязчивой форме, привлечение внимания населения к этой проблематике рассматривалась в рамках многих исследований [1-5] и учтены при проведении данного фестиваля.

В марте 2019 года Ивановский областной этап фестиваля «Таланты и поклонники» проведен в г.о. Шуя. Участниками данного мероприятия являлись талантливые исполнители и коллективы практически со всех муниципальных образований Ивановской области.

Отдельным элементом фестивальной программы являлось проведение анкетирования. Нам важно было не только узнать отношение участников к различным аспектам организованного мероприятия, но и еще раз нацелить участников на осмысление важности подобных фестивалей. В опросе приняли участие 66 человек.

На рисунке 1 представлены диаграмма, характеризующая ответы респондентов на вопрос об отношении к фестивалям на противопожарную тематику.

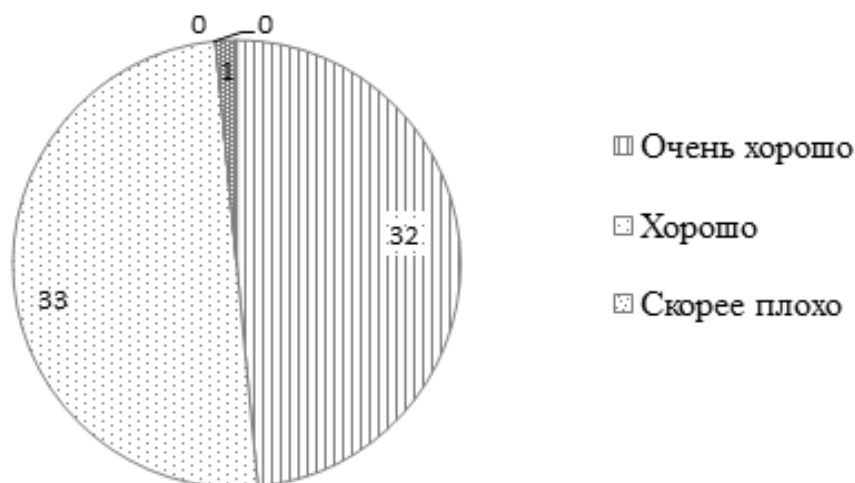


Рис. 1. Отношение респондентов к фестивалям на противопожарную тематику

Диаграмма рис. 1 показывает, что отношение к подобного рода фестивалям, как правило, вызывает положительные эмоции.

Результаты ответа на вопрос о способности привлечения внимания населения к требованиям пожарной безопасности (далее – ТПБ) при помощи проводимого фестиваля представлены на рис. 2.



Рис. 2. Респонденты о способности привлечения внимания населения к ТПБ при помощи проводимого фестиваля

Участникам фестиваля был также задан вопрос о том, какая из форм передачи информации о ТПБ, на их взгляд, является для восприятия более эффективной. Респондентам было предложено выбрать лишь один вариант ответа. На рис. 3 представлена диаграмма с результатами ответов на этот вопрос.

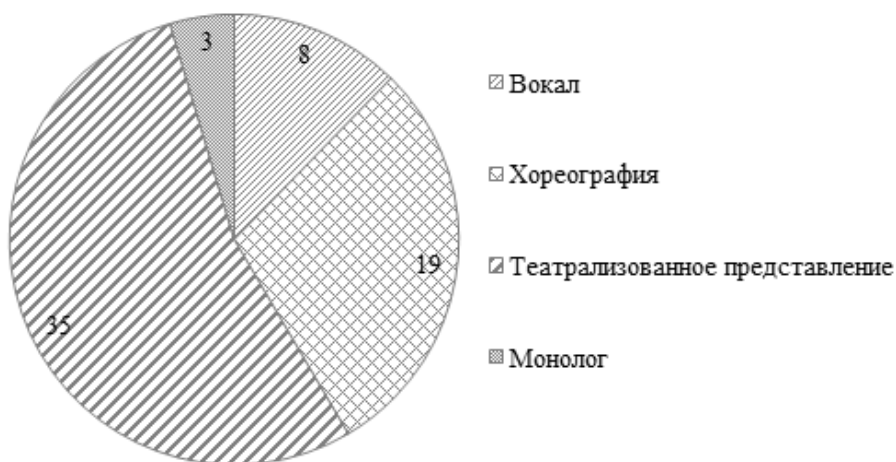


Рис. 3. Респонденты о форме передачи информации о ТПБ, которая, на их взгляд, является для восприятия более эффективной

Большинство респондентов назвали театрализованное представление более эффективной формой для ведения противопожарной пропаганды.

На рис. 4 представлено мнение участников фестиваля о полезности просмотра конкурсных номеров.



Рис. 4. Мнение участников фестиваля о полезности просмотра конкурсных номеров

На диаграмме рисунка 4 видно, что участников фестиваля признают пользу просмотра номеров.

Результаты ответов на вопрос о необходимости доведения до населения информации о ТПБ на фестивале представлены на рис. 5.

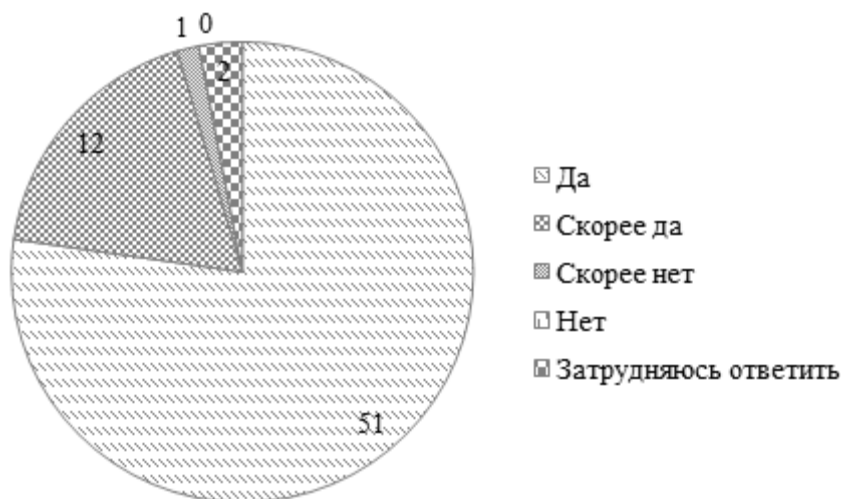


Рис. 5. Участники фестиваля о необходимости доведения до населения информации о ТПБ на фестивале

На рис. 5 показано, что наибольшее количество участников фестиваля считают необходимым доведение до населения информации о ТПБ на фестивале.

О наглядности такого способа противопожарной пропаганды как проведение фестиваля респонденты также высказались. Результаты этих ответов представлены на рис. 6.

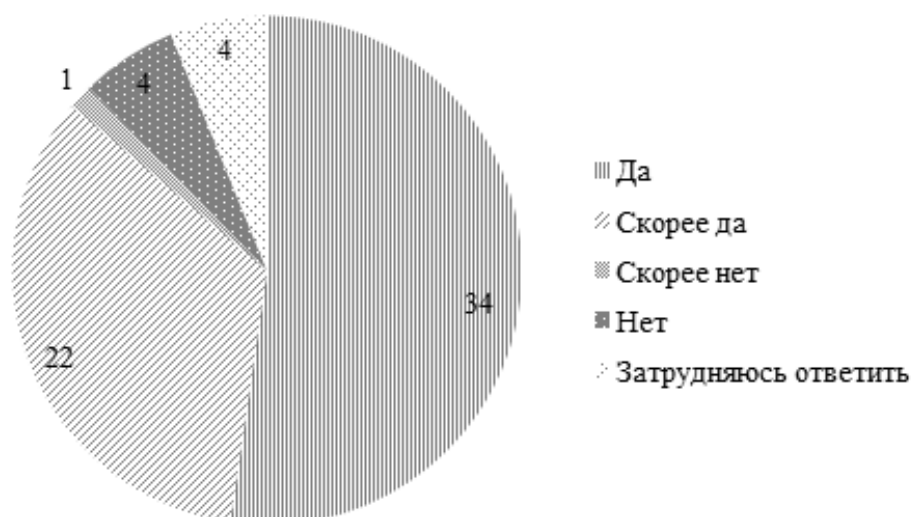


Рис. 6. Участники фестиваля о наглядности такого способа противопожарной пропаганды как проведение фестиваля

Из диаграммы рисунка 6 следует, что 85% респондентов признают наглядность такого способа противопожарной пропаганды как проведение фестиваля.

Мнение участников фестиваля о его пользе представлено на рис. 7.

На рис. 7 показано, что очень полезным фестиваль признают 53 % опрошенных лиц, некоторую пользу выделяют 24 % респондентов, нормальным назвали это мероприятия 21 % участников.

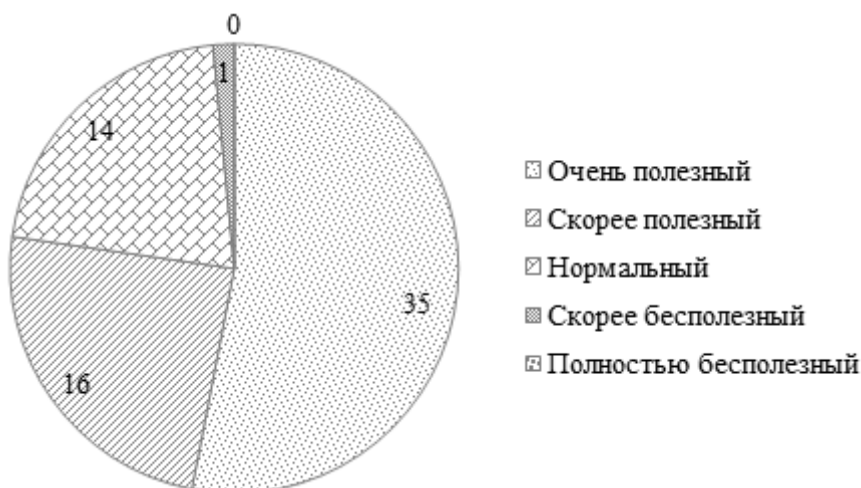


Рис. 7. Мнение респондентов о пользе фестиваля

Респондентам также было предложено самостоятельно оценить знания ТПБ. Данная оценка приведена на рис. 8.

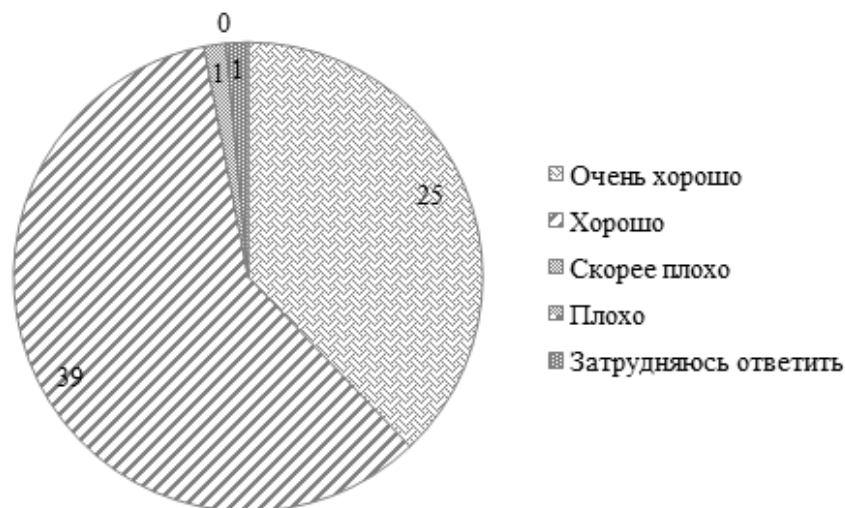


Рис. 8. Респонденты о знании ТПБ.

На рис. 8 показано, что большинство респондентов оценивает очень высоко свои знания ТПБ.

Таким образом, анализируя ответы участников фестиваля, можно сделать вывод о возможности широкого использования творческо-соревновательных элементов для ведения противопожарной пропаганды среди молодежи, а также вовлечения их в процесс создания новых средств педагогической анимации для ведения противопожарной пропаганды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абызов А.А., Маличенко В.Г., Лазарев А.А. Коммуникативное взаимодействие в рамках подготовки студентов к проведению эвакуации при пожаре // Психология образования в поликультурном пространстве. 2019. № 47. С. 59-66.
2. Доморощина Т.И., Дуденков Э.Е., Торопова М.В., Лазарев А.А. Применение метода геймификации для обучения детей правилам пожарной безопасности // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы V Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 5-8 ноября 2019 г.): в 8 ч. Часть 5: Инновации в строительстве, природообустройстве и техносферной безопасности. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. -С.162-164
3. Лазарев А.А., Кокурин А.К., Емелин В.Ю. Анализ возможностей использования противопожарного образовательного квеста в городе Иваново // Инновации в образовании. 2019. № 6 – С.38-43.
4. Лазарев А.А., Коноваленко Е.П. Противопожарная подготовка старшеклассников к осуществлению общественного контроля // Право и образование. 2019. № 10 – С.57-61.
5. Лазарев А. А., Кокурин А. К., Потапов Е. Н. Методика, способы и методы организации управления противопожарной пропагандой в социальных сетях // Пожарная и аварийная безопасность. Сетевое издание. – Вып. 2 (5). – 2017. – С.5-20.

УДК 372.891

Д. С. Марков, Е. А. Поликарпова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет, Шуйский филиал

НАПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: В статье приводятся результаты исследования по методическому анализу основных направлений организации учебной деятельности школьников с использованием картографических материалов. Показано, что в условиях реализации ФГОС актуализируется работа педагога по развитию всех форм активности обучающихся и повышению их мотивации к изучению учебных предметов. При этом при изучении географии работа с картографическими материалами имеет приоритетное значение как собственно для организации эффективного учебного процесса, так и для проведения проектной деятельности. На основании опыта работы педагогов Ивановской области определены наиболее эффективные формы и методы организации учебной деятельности с использованием картографических материалов, способствующие формированию основ географической культуры и реализации основных положений системно-деятельностного подхода. Также определены проблемные моменты, возникающие при организации учебной деятельности школьников с использованием картографических материалов и указаны возможности их преодоления.

Ключевые слова: учебная деятельность, методика обучения, география, картографические материалы, проектная деятельность.

D. S. Markov, E. A. Polikarpova

DIRECTIONS OF THE ORGANIZATION OF EDUCATIONAL ACTIVITIES OF SCHOOLCHILDREN USING CARTOGRAPHIC MATERIALS

Abstract: The article presents the results of a study on the methodological analysis of the main directions of the organization of educational activities of students using cartographic materials. It is shown that in the context of the FGOS implementation, the teacher's work on the development of all forms of student activity and increasing their motivation to study educational subjects is being updated. At the same time, when studying geography, work with cartographic materials is of priority importance both for the organization of an effective educational process and for project activities. Based on the experience of teachers in the Ivanovo region, the most effective forms and methods of organizing educational activities using cartographic materials are identified that contribute to the formation of the foundations of a geographical culture and the implementation of the main provisions of the system-activity approach. Also identified are the problem points that arise in the organization of educational activities of schoolchildren using cartographic materials and the possibilities of overcoming them are indicated.

Keywords: educational activities, teaching methods, geography, cartographic materials, design activities.

В современной школьной практике география является одним из наиболее интересных предметов, очень нужных и важных для последующей жизни в обществе, именно география формирует картографическую грамотность и географическую культуру [1]. Изучение географии в школе невозможно представить без использования карт [1], карта представляет не только привычное для школьников изображение земной поверхности на плоскости, а в настоящее время рассматривается как источник информации, который в свете информационных технологий можно было бы представить как определенный информационный продукт, полученный в результате картографических методов исследования отдельных территорий. Географические карты являются одним из самых

своеобразных способов познания окружающего мира [3, 6]. Они позволяют учащимся представить территорию в знаково-символьной форме, объяснить размещение на ней различных природных и хозяйственных объектов, а также за счет генерализации обеспечивают упорядочение пространственной информации и служат основой для создания тематических и учебных баз данных. Особую значимость использования карт в развитии мышления школьников выразил Л.В. Занков «Специфичная и важная сторона географии связана с применением в учебном процессе географической карты. Карта предстает перед детьми прежде всего как главное в географии наглядное пособие. Будучи образно-знаковой моделью действительности, карта несет в себе обобщенную и порой сложную, абстрактную информацию, отраженную на ней в графической форме» [3]. Использование географических карт в школе предполагает формирование у учащихся совокупности теоретических знаний и технологических приемов работы с картографической информацией, в частности, умения *читать карту* [6]. Важное значение использования географических карт в формировании мышления определило цель данной работы – анализ современного состояния системы организации учебной деятельности школьников с использованием картографических материалов.

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования (10-11 кл) [5] определяет требования к результатам освоения основной образовательной программы «География». Предполагается, что на базовом уровне у учащихся должно быть сформировано «владение умениями использовать карты разного содержания для выявления закономерностей и тенденций, получения нового географического знания о природных социально-экономических и экологических процессах и явлениях»; а на углубленном дополнительно отражать «владение навыками картографической интерпретации природных, социально-экономических и экологических характеристик различных территорий» и «владение умениями работать с геоинформационными системами». Приведенные требования стандарта могут быть реализованы только при целенаправленной работе педагога по формированию картографической грамотности у учащихся [2].

Анализ результатов предметных олимпиад и результатов государственной итоговой аттестации показывает, что в современные выпускники школ часто испытывают затруднения при работе с картографическими материалами. Например, на ЕГЭ 2019 года проверялось умение определять по картам географические координаты. Сформированность этого умения демонстрируют 70-75% участников экзамена, однако около четверти выпускников путают географическую широту с долготой. Определять азимуты умеют всего 35-40% выпускников. Как и в прошлые годы, наиболее сложным оказалось умение определить азимут, если он больше 180° (около 10% выпускников измеряют угол между направлением на север и на предмет против часовой стрелки). Причиной затруднений может быть как неумение измерять транспортиром тупые углы (т.е. слабая сформированность метапредметных умений), так и непонимание сущности понятия «азимут».

На всех этапах Всероссийской олимпиады школьников по географии в обязательном порядке присутствуют задания, проверяющие картографические знания и навыки. Подобные задания традиционно являются сложными. В 2019 году на региональном этапе олимпиады в Ивановской области ни один участник не смог корректно выполнить задание практического тура по географической карте, в котором нужно было продемонстрировать умение самостоятельно оформлять картографические материалы (легенду, координатную сетку, условные обозначения и т.д.). Это свидетельствует о необходимости проведения специальной систематической работы по развитию картографических знаний и умений у учащихся. Существующая система организации учебной деятельности школьников с использованием картографических материалов предполагает реализацию совокупности педагогических действий по ряду направлений:

Предметная учебная деятельность реализуется в рамках изучения курса географии. Отличительной чертой изучения теории картографии и освоения практики самостоятельного изготовления карт школьниками является то, что на все собственно картографические дидактические единицы в типовой программе отводится всего *один час(!)*, что определяет потребность в постоянном обращении к картографической информации на всех этапах изучения курса географии и реализацию межпредметных связей.

Обработка картографических навыков в ходе практических занятий и экскурсий. Проведение практических занятий с элементами проектной деятельности – важное условие формирования картографических умений. При этом навыки картографической интерпретации природных, социально-экономических и экологических характеристик различных территорий могут развиваться при изучении практически всех географических тем от 6 до 11 класса.

Проведение предметных олимпиад является важным стимулирующим фактором для формирования картографических знаний и навыков. Задания высокого уровня сложности, на которых часто какие-либо элементы карты отсутствуют или специально искажаются, требуют от школьника не только «утилитарного» использования карт, но и ориентированы на выявление понимания сути создания картографических произведений, умения работать с разными проекциями и грамотно оперировать элементами картографического произведения. На практических этапах предметных олимпиад в обязательном порядке проводится работа по ориентированию на местности, что способствует отработке навыков совмещения картографических образов с образами реального мира.

Подготовка к итоговой государственной аттестации – важное направление работы с картографическими материалами. В ОГЭ и ЕГЭ в обязательном порядке включаются картографические задания по общегеографическим и топографическим картам. Выпускникам необходимо определить расстояние по масштабу, азимут, а также построить профиль рельефа местности по изогипсам и показать понимание особенностей размещения объектов по территории (например, в задании на выбор участка, наиболее пригодного для какого-либо вида хозяйственной деятельности).

Проектная деятельность – одно из основных направлений работы по формированию картографических умений и навыков у учащихся. В идеологии ФГОС проектная деятельность является базовой образовательной технологией, реализуемой в виде триады «замысел-реализация-продукт». Использование имеющихся и создание собственных картографических материалов является неотъемлемым условием подготовки качественного географического проекта. По образному выражению Н.Н. Баранского «от карты всякое географическое исследование исходит и к карте приходит, с карты начинается и картой заканчивается» [1]. Практика показывает, что многие школьные географические проекты выполняются вовсе без использования карт, что часто негативно сказывается на их научном уровне.

Владение умениями работать с геоинформационными системами – одно из обязательных требований ФГОС. В современной школьной практике оно реализуется посредством использования школьных геоинформационных систем («Живая география» и др.) и бесплатных программ (QuantumGIS, AGIS и др.). В этом аспекте важнейшим элементом подготовки школьников является освоение практики ориентирования на местности с помощью системы GPS/ГЛОНАСС и совмещения географически привязанной информации с данными дистанционного зондирования Земли и топографическими картами.

Реализация межпредметных связей – одно из направлений работы по развитию географической грамотности школьников, так как тематические карты широко используются при изучении истории, биологии, экологии, математики и других дисциплин.

На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что в современной школьной практике сложилась ситуация, при которой в отдельных вариантах календарно-тематических планов школьного курса географии имеются такие темы, в которых не всегда очевидно применение картографического метода при изучении учебного

материала, при этом, как было показано выше, устойчивый навык работы с картой формируется только при систематической работе с ней. Поэтому важной методической проблемой является выявление наиболее «сложных», с точки зрения использования карт, тем учебного курса и разработка методических инструментов (методов, форм, средств), с помощью которых можно повышать эффективность изучения соответствующих дидактических единиц.

Известный русский картограф Ю.М. Шокальский писал: *«карта есть главнейшее орудие для географа. При ее помощи он подготавливает свои исследования, на нее же наносит свои результаты, которые в свою очередь будут ему служить для дальнейшего движения вперед. Карта есть удивительное орудие изучения земного шара, которое одно только и сможет дать человеку дар провидения»* [7]. Систематическое использование географических карт в работе со школьниками способствует эффективному усвоению блока картографической и пространственной информации, развитию познавательных способностей учащихся, а также способствует формированию навыков самостоятельного получения новых знаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранский Н.Н. Экономическая география. Экономическая картография. – М.: Географгиз, 1956. – С. 293-294.
2. Буланов С.В. Проблема совершенствования системы картографических знаний и умений в школьной географии: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / МПГУ. – М., 2001. – 184 с.
3. Головенко Я.С. Система работы с картой // Социальная сеть работников образования [Эл. ресурс]. URL: <http://nsportal.ru/shkola/geografiya/library/2012/10/27/sistema-raboty-s-kartoy> (дата обращения: 26.02.2020).
4. Занков Л.В. Избранные педагогические труды. – М.: Дом педагогики, 1999. – 608 с.
5. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования (10-11 кл) // Минобрнауки России [Офиц. сайт]. 15.06.2012. URL: <http://минобрнауки.рф/документы/2365> (дата обращения: 26.02.2020).
6. Шептуховский М.В. Информационный ресурс Google Планета Земля в обучении младших школьников. – Шуя: Изд-во ФГБОУ ВПО «ШГПУ», 2012. – 64 с.
7. Шокальский Ю.М. Из истории географии. – М.;Л.: Гос. изд-во, 1926. – 86 с.

УДК 37.013.43

Ю. С. Нанакина, Е. С. Симакова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет, Шуйский филиал

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ КАК КЛЮЧЕВОГО ЭЛЕМЕНТА ИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

Аннотация: Современной России нужен бизнесмен нового типа - человек, обладающий высоким уровнем предпринимательской культуры, энергичностью, творчеством во всех сферах деятельности, ярко выраженными организаторскими способностями, стремлением своим инновационным трудом способствовать личному росту и богатству страны. Истинное предпринимательство базируется на социальных мотивах и благородных помыслах. Достижение идеальных образцов этой деятельности станет возможным, если основы предпринимательской

культуры будут формироваться уже в студенческие годы. Предпринимательская культура не может быть результатом механического накопления знаний, умений и навыков. Она предполагает формирование и развитие всех сторон личности - когнитивной, эмоциональной и волевой - и выражается в совокупности компетенций - общекультурных, профессиональных, личностных, формируемых в процессе обучения студентов.

Ключевые слова: предпринимательская культура, воспитание студентов, уровень предпринимательской культуры, компоненты предпринимательской культуры, экзогенные факторы предпринимательской культуры, эндогенные факторы предпринимательской культуры, маркетинговое исследование предпринимательской культуры.

Yu. S. Nanakina, E. S. Simakova

ON THE NEED TO DEVELOP AND RAISE THE LEVEL OF ENTREPRENEURIAL CULTURE OF STUDENTS AS A KEY ELEMENT OF THEIR PROFESSIONAL COMPETENCE

Abstract: Modern Russia needs a new type of businessman - a person with a high level of entrepreneurial culture, energy, creativity in all spheres of activity, pronounced organizational abilities, desire by his innovative work to contribute to the personal growth and wealth of the country. True entrepreneurship is based on social motives and noble thoughts. Achievement of ideal models of this activity will be possible if the foundations of entrepreneurial culture are formed already in student years. Entrepreneurial culture cannot be the result of mechanical accumulation of knowledge, skills and skills. It involves the development of all sides of the individual - cognitive, emotional and will - and is expressed in the combination of competences - all-cultural, professional, personal, formed in the process of training.

Keywords: entrepreneurial culture, education of students, level of entrepreneurial culture, components of entrepreneurial culture, exogenous factors of entrepreneurial culture, endogenous factors of entrepreneurial culture, marketing research of entrepreneurial culture.

Вопросы определения уровней развития личностных качеств привлекали внимание педагогов и психологов В.С. Ильина, А.Н. Леонтьева, Н.К. Сергеева, С.Л. Рубинштейна, Г.И. Щукина и др. Понятие «уровень» обычно употребляется в значении степени, характеризующей качество, высоту, величину, те узловые линии, где проявляются самые существенные различия видов материи и форм ее движения [8, с.23]. Эта категория выражает диалектический характер развития качества, позволяющий познать предмет во всем многообразии свойств, связей и отношений, и употребляется для отображения последовательности традиций, где многие из последующих представляют собой менее крупные ступени повышения организации по сравнению с одной или несколькими предыдущими ступенями. Поэтому к системному познанию исследователи предъявляют требование изучить не только уровни сами по себе, но и существующие между ними связи.

Ещё Гегель писал, что отдельные части обладают на самом деле своей главной ценностью лишь через их отношение к целому. Иметь перед своими глазами это всеобщее и означает понять смысл. Эта идея в контексте теории поуровневого развития качества личности в трактовке С.Л. Рубинштейна означает, что всякая предшествующая стадия представляет собой подготовительную ступень к следующей: внутри неё нарастают вначале в качестве подчиненных моментов те силы и отношения, которые, став ведущими, дают начало новой ступени развития [14, с. 33]. Это значит, что низший уровень существует независимо от высшего, высший же необходимо зависит от низшего, формирование более высокого в личностном измерении уровня невозможно без освоения предыдущих, на основе изучения исходного развития качества можно прогнозировать его дальнейшее развитие, управлять этим процессом [2, с.88].

Следующий аспект методологического обоснования уровней развития личностного свойства ученые связывают с их количественной и качественной характеристиками. В педагогических работах называется разное количество уровней сформированности личностных характеристик. Процесс становления у студентов взглядов и убеждений в

психологическом плане проходит три уровня, которые определены как зарождение, упрочение личностного состояния и постепенный переход его в идеологически окрашенное свойство личности. Такое же количество уровней отмечает В.В. Сериков [15] в движении внутренних сил в процессе воспитания мотивации саморазвития. На первом уровне качество проявляется эпизодически, в наиболее благоприятных для его актуализации условиях, на втором – в большинстве ситуаций, но еще при значительной стимуляции со стороны учителя, на третьем – проявление этого качества становится внутренней потребностью личности. В.П. Беспалько в своих исследованиях при оценке овладения студентами знаниями выделяет четыре последовательных уровня. При этом он представляет усвоение как объект измерения и структуру деятельности человека: первый уровень - «знания знакомства», второй - «знание копии», третий – «действия по применению», четвёртый – «знания трансформации» [2, с. 54]. Другой набор состояний формируемых компонентов личности приводит В.С. Ильин: возбуждение, стимулирование и развитие, закрепление и перенос в другие ситуации функционирования и развития. Пять уровней развития толерантности выделяет П.Ф. Комогоров: интолерантный, индифферентный, низкий, достаточный и высокий. Так как педагогика предпринимательства (так мы будем условно называть это направление педагогической теории и практики) в нашей стране ещё только складывается и не имеет развитой традиции [1, с.78], а в западных странах такой опыт существует, хотя также не получил статуса определенного научно – педагогического направления и не отличается методологической разработанностью, то и исследования уровней сформированности предпринимательской культуры отсутствуют [16, с.102].

Опираясь на существующий теоретический и практический опыт, на ранее проведённые педагогические исследования, учитывая, что в системе иерархии главным, элементом для формирования предпринимательской культуры является мотив, определив уровень сформированности мотивации у студентов к предпринимательскому делу, мы в дальнейшем сможем понять, соответствующее состояние других составляющих предпринимательской культуры. В результате проведенного нами эксперимента мы выделили четыре группы студентов, предпринимательская культура которых отличалась некоторыми особенностями. Это послужило основанием считать проявленные особенности характеристиками уровней, а студентов – представителями каждого уровня сформированности предпринимательской культуры.

В процессе обучения большинство студентов вузов рассчитывают на досрочные выгоды, предоставляемые высшим образованием [12, с.145]. Но полученное базовое образование в современных условиях рынка не предоставляет практически никаких гарантий в построении своей профессиональной карьеры. Конкурентоспособность выпускника зависит от наличия у него организационно–управленческих навыков, коммуникабельности, умения проявлять активность, инициативу, принимать самостоятельные решения, брать ответственность за свое профессиональное становление, отвечать за личные результаты работы. В современных условиях возможности и условия трудоустройства диктуются рыночным спросом на кадры.

Итак, предпринимательская культура складывается из нескольких компонентов:

- экономического: знание законов рынка, профессионализм, ориентация на перспективу; бережное отношение к орудиям труда и др.;

- социального: умение выстраивать конструктивные отношения с различными государственными и частными структурами, конкурентами, использовать социальные механизмы для привлечения новых ресурсов в производство; заинтересованность в дальнейшем улучшении не только собственной, но и окружающей жизни; владение различными социальными ролями, развитые коммуникативные навыки, дух корпоративизма; менеджерские способности и др.;

- психологического: креативное мышление; наличие выраженных предпринимательских намерений, мотивация успеха, достижения; психологическая устойчивость, решительность и др.;

- этического: человеческое достоинство, совесть, стремление к получению прибыли честным путем; готовность к благотворительной деятельности и др.;

- педагогического: уважение к людям, понимание абсолютной ценности человеческой жизни, стремление создавать условия для реализации творческого потенциала сотрудников, стимулировать самостоятельность и др.

Воспитание предпринимательской культуры - одна из приоритетных задач современной высшей школы. Необходимость ее решения обусловлена как внешними по отношению к образованию, социально-экономическими, факторами, так и нуждами самого образования. Высшие учебные заведения сегодня активно работают на рынке образовательных услуг, осуществляют совместные программы с бизнес-структурами. [13, с.156].

Кроме того, помимо влияния на формирование и развитие предпринимательской культуры возможно взаимовлияние экзогенных и эндогенных факторов.

1. Мотивация. Согласно содержанию мотива, которое дается Г. Б. Кошарной, мотивационные установки оказывают непосредственное влияние на формирование предпринимательской культуры и тесно связаны с ценностями и ценностными установками, которые ориентируют предпринимателя в социальной сфере, направляют и стимулируют его деятельность [9, 250].

2. Семейный или личный предпринимательский опыт. Исследователи-психологи и социологи отмечают, что системой передачи культурного опыта, которая обеспечивает управление организационной или предпринимательской культурой, является эмоциональный информационно-исторический фон [3, 6], который может формироваться под воздействием семейного или личного предпринимательского опыта [4]. При этом личный предпринимательский опыт можно рассматривать как активный, а наличие предпринимателей в семье или в ближнем и дальнем окружении - как пассивный (наблюдательный).

Остальные эндогенные факторы, оказывающие влияние на формирование и развитие предпринимательской культуры, можно отнести к социокультурным и разделить на три группы: аксиологические (ценностные), компетентностные, отношенческие [6, с. 67].

Непосредственное влияние на развитие как культуры в целом, так и предпринимательства в частности оказывают аксиологические факторы, такие как нравственные и религиозные ценности и традиции. В работах В. Зомбарта [7, с. 48], О. С. Гапоновой, И. А. Коршунова [4], К. Стрелковой [10, с. 23] отмечается прямое воздействие ценностных факторов на формирование и развитие предпринимательской культуры.

На основе изучения литературы считаем возможным к компетентностным факторам, оказывающим влияние на формирование и развитие культуры предпринимательства, отнести определенные ранее авторами факторы, также влияющие на предпринимательскую деятельность [6, с. 68]: врожденные и приобретенные способности, а также знания, умения, навыки, необходимые для предпринимательской деятельности. В частности, к этим эндогенным, личностно-психологическим факторам принадлежат: способность к адаптации в новых условиях, склонность к новаторству, готовность к риску, способности к конкуренции и руководству, а также уверенность в своих силах [4; 5]. К отношенческим факторам считаем необходимым отнести специальные личные качества предпринимателя, такие как договорная способность, этика и поведение. Их умелое применение приводит к достижению жизненных и профессиональных целей и приоритетов, к созданию и сохранению благоприятных условий в предпринимательской среде, а следовательно, к формированию и развитию благоприятной культуры предпринимательства на территории.

Можно отметить, что традиционно экономическая наука узко подходила к исследованию экономических процессов: изучала собственно экономические закономерности, тенденции, процессы, показатели. Анализировалась конкретная экономическая динамика, социально-экономическая статистика, формы собственности на экономические активы и т.п. Роль этических, культурных, цивилизационных источников экономического роста недооценивалась. Дальнейшая эволюция социокультурного подхода проявляется в переосмыслении категории «предпринимательская культура». В отличие от традиционных аспектов рассмотрения социокультурного подхода, авторская позиция учитывает не только поведение предпринимателя, но и еще два базовых положения - предпринимательский процесс и результат предпринимательской деятельности, которые в совокупности позволяют сформировать более комплексную характеристику факторов, обуславливающих предпринимательскую культуру.

С целью изучения уровня знаний о предпринимательской культуре в 2019 г. было проведено маркетинговое исследование среди студентов Шуйского филиала ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет». По результатам маркетингового исследования мнений студентов была выявлена следующая тенденция. Большинство респондентов (78%) пришли к выводу о том, что наиболее эффективным, то есть соответствующим их ожиданиям, будет такой образовательный процесс, в котором приоритетными будут самостоятельность, саморазвитие и самодисциплина. На основании этого можно предположить, что внедрение предпринимательской культуры в систему высшего образования может стать основой повышения его эффективности и соответствия требованиям современного общества к процессу и результатам образования. Проведенное исследование позволило предложить новую форму управления качеством образования, дающую преподавателям возможность выявить в процессе реализации данной формы мотивации студентов к обучению, студентам улучшить свои практические навыки, предложить работодателю более опытного молодого специалиста – выпускника вуза. В рамках исследования-проекта предложена модель четырёх ожиданий, которая может быть реализована на практике. Задачами ее является привлечение студентов со второго по пятый курсы к научным исследованиям и бизнес-проектированию, приобретение ими знаний и опыта в научно-исследовательской, научно-организационной, консалтинговой, маркетинговой, производственной, предпринимательской деятельности под руководством научных работников и ведущих специалистов. Основные направления деятельности: коммерциализация научных разработок; проведение маркетинговых исследований; SWOT-анализ; проведение социологических опросов; консалтинговые услуги по маркетингу и бизнес-планированию; составление и анализ эффективных рекламных кампаний и программ стимулирования сбыта; изготовление рекламно-информационных видеоматериалов; оказание туристических услуг; производство предметов с символикой вуза. Подобная форма работы даёт и практические навыки, связанные с их будущей профессией, студентам – будущим менеджерам, экономистам, маркетологам, и навыки межличностных коммуникаций, самодисциплины, ответственности и другие. Дополнительное обучение студентов в форме дополнительного обучения способно повысить степень активности их жизненной позиции, что является значимым фактором при трудоустройстве, а также развить в студентах элементы предпринимательской культуры, как корпоративной инновационной культуры университета, техникума. Формой обучения являются сезонные сессии, во время которых группы студенты учатся работать в команде, организовывать себя и других и разрабатывать какие – либо учебные или реальные бизнес – проекты. Во внесессионное время студенты – члены проектной группы несколькими коллективами работают над реальными проектами [11, с.217].

Таким образом, проведенное с целью формирования и развития предпринимательской культуры в систему высшего (и возможно среднего специального) образования исследование восприятия предпринимательской культуры субъектами высшего образования, важных

элементов предпринимательской культуры, методов внедрения позволили бы предложить новую форму управления качеством профессиональной компетенции выпускников и повышения эффективности высшего (и среднего специального) образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вихорева О.М. Стимулирование малого предпринимательства: анализ зарубежного и российского опыта: дис. ... канд. экон. наук. - М., 2000. 178 с.
2. Волкер Г. Что и как нужно сделать, чтобы стать предпринимателем. - Минск-Москва, 1991. 163 с.
3. Воронин В.Н. Социально-психологические механизмы формирования организационной культуры: дис. ... д-ра психол. наук. М., 1999.
4. Воронина Л.В., Кармакулова А.В., Проворова А.А., Устинова К.А. Типология факторов, влияющих на предпринимательскую активность населения северных моногородов // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. 2014. № 10. С. 18-22.
5. Гапонова О.С., Коршунов И.А. Развитие культуры предпринимательства в стартапе. URL: www.hse.ru/data.
6. Глухих П.Л., Воронина Л.В. Роль социокультурных факторов в развитии предпринимательства муниципального образования // Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 т. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2015. Т. 1. С. 66-70.
7. Зомбарт В. Буржуа. Этюды по нравственной истории современного экономического человека. М., 1994. 365 с.
8. Канарская, О.В. Научные основы формирования мотивации игры обучения русскому языку (инновационный подход): автореф. дис. ... д-ра пед. наук. - М., 1998. 42 с.
9. Кошарная Г.Б. Формирование культуры предпринимательства в переходном обществе: дис. ... д-ра социол. наук. Днепропетровск, 1999. 183 с.
10. Стрелкова К. Нравственные ценности в подготовке будущих предпринимателей // Человеческий капитал и профессиональное образование. 2017. № 1. С. 20-24.
11. Гуткевич А.Е. Внедрение элементов предпринимательской культуры в образовательную среду (маркетинговые исследования) // Известия Томского политехнического университета. 2016. Т. 309. № 8. С.216-220
12. Студент вуза: технологии и организация обучения: Учебное пособие / Под ред. д-ра экон. наук, проф. С.Д. Резника. - М.: ИНФРА-М, 2009. 475 с.
13. Магомедова Х.Н. Формирование предпринимательской культуры студентов // Москва: Научная цифровая библиотека PORTALUS.RU. Дата обновления: 14 ноября 2007. URL: http://www.portalus.ru/modules/shkola/rus_readme.php?subaction=showfull&id=1195049969&archive=1195938639&start_from=&ucat=& (дата обращения: 01.12.2016).
14. Позняков В.П. Психология предпринимательства и бизнес- консультирование // Психология и бизнес. — М., 1997. с. 33
15. Сериков В.В. К методологии изучения движущих сил учебно- воспитательного процесса // Методологические основы совершенствования учебно-воспитательного процесса: сборник научных трудов. - Волгоград: Изд. ВГПИ им. А.С. Серафимовича, 1981. 419 с.
16. Сухарев В.А. Этика и психология делового человека. - М.: Гранд, 1997. 399 с.

УДК 159.9

А. Н. Ниткин, В. В. Кичайкин, В. Т. Крылов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОФИЛАКТИКА И УРЕГУЛИРОВАНИЕ КОНФЛИКТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Аннотация. в работе представлены основные аспекты профилактики и порядок устранения конфликтов. Изложен порядок действий педагогов в урегулировании конфликтов в различных коллективах.

Ключевые слова. конфликт, конфликты в образовательной организации, профилактика и устранения конфликтов.

A. N. Nitkin, V. V. Kichaikin, V. T. Krylov

PREVENTION AND SETTLEMENT OF CONFLICTS IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

Abstract: the paper presents the main aspects of prevention and the procedure for resolving conflicts. The procedure for the actions of teachers in resolving conflicts in various groups is described.

Keyword: conflict, conflicts in the educational organization, prevention and elimination of conflicts.

При общении, конфликт присущ любому коллективу. Но при этом все будет зависеть от конфликтующих сторон, станет ли этот конфликт формировать личность или же наоборот его разрушать. Главным образом очень важна профилактика и решение конфликтов в преподавательской деятельности, так как от преподавателя и педагога зависит уровень воспитания и формирования личности обучающихся. До недавнего времени считалось, что конфликты приносят лишь отрицательные стороны. Но ученые доказали обратное, что конфликтные ситуации положительно сказываются на развитии личности и коллектива в целом.

Вся проблема конфликтов начала изучаться еще с середины двадцатого века. Тогда же и появилась такая дисциплина «Конфликтология», которая изучает закономерность порождения, образования, развития и решения конфликтных ситуаций различных уровней. Черты разногласий, которые возникают в педагогическом процессе имеют различные стороны и разнообразный вес, которые определяют как вертикальные, так и горизонтальные конфликты.

Рассмотрим вертикальные конфликты. Они складываются при возникновении противоречивых ситуаций в иерархическом устройстве коллектива: между обществом и образовательной системой, между руководством учебной организации и преподавателем, а также между преподавателем и обучающимися.

А теперь давайте рассмотрим конфликты, которые наиболее часто встречаются в учебной организации и их источник появления:

1. Преподаватель (педагог) — преподаватель (педагог). Основные причины: различные взгляды на решение профессиональных вопросов, общение с обучающимися, чувство своей самонереализованности, разный возраст преподавателей.

2. Заместитель начальника – преподаватель (педагог). Основные причины: недостаточная увлеченность преподавателей в переработке новых учебных программ и их итогах, избегание преподавателем новых идей, отсутствие интереса в участии в научных

мероприятиях, а также самосовершенствования и повышения квалификации для соответствия новым стандартам образовательной системы.

3. Начальник – заместитель начальника. Различные взгляды на внедрение новых учебных программ, пренебрежение педагогических взглядов и убеждений друг друга.

4. Воспитатель – родитель. Различие взглядов на психологическую особенность ребенка, на то, как он ведет себя в группе.

5. Преподаватель (педагог) – обучающийся. Вся ситуация, связанная с появлением конфликта, продолжается очень небольшое время, что приводит к увеличению напряженной обстановки противостояния конфликтующих сторон. Сам процесс соперничества сторон носит жесткую форму, если вдруг преподаватель потерпит поражение, то может потерять свою весомость у обучающихся. Чтобы не потерять свою весомость у обучающихся необходимо выполнять следующие принципы:

- за каждым нехорошим проступком обучающихся видеть только неблагоприятные поводы;

- очень основательно готовиться к проведению занятий, не давать повода обучающимся понять о своей некомпетентности преподавания дисциплины;

- обучающиеся будут лучше выполнять указания преподавателя, если способ воздействия опосредованный;

- осторожное и правильное поведение преподавателя уменьшает вероятность напряженной обстановки на занятиях;

- ну и конечно, совместная работа объединяет преподавателя и обучающихся, также увеличивает его авторитет, но только, если работа правильно организована.

Профилактика конфликта – это такая часть управленческой деятельности, которая преждевременно способствует исключить конфликтогенные ситуации, тем самым исключает риск их возникновения. Положительный успех вышеуказанной деятельности определяется следующими составляющими:

- присутствие знаний об общих принципах управления образовательными организациями, которые складываются новейшей теорией менеджмента, а также умение применять их для решения конфликтных ситуаций;

- наличие понятий о самом понятии конфликт, его виды, причины и порядок появления, которые изучаются вышеуказанной дисциплиной «Конфликтология»;

- возможность применять на практике знания, полученные на теории для исследования предконфликтной ситуации;

- уровень адекватности выбранных способов корректировки сложившейся конфликтной ситуации ее определенному содержанию.

Как указано в научной литературе, имеется шесть этапов урегулирования конфликтных ситуаций в учебных заведениях:

1 этап – необходимость выявления конфликтной ситуации;

2 этап – определение правил и норм его деятельности, а также развития;

3 этап – легитимизация конфликтной ситуации;

4 этап – побуждение конфликтующих сторон к принятию предложений, даже, возможно, не совсем выгодных для себя;

5 этап – структурирование конфликтующих групп;

6 этап – поэтапное разрешение конфликтов с помощью перевода его в другую плоскость взаимодействия конфликтующих людей.

Если же конфликт ослабевает на каком-то из этапов, то этот этап считается разрешением конфликта. Чтобы разрешение конфликта в учебной организации было эффективней, то необходимо иметь в виду главные психолого-педагогические условия, например:

- разработка благоприятного психологического климата в коллективе;

- высокий уровень профессионализма преподавателя;

- присутствие опыта рационального решения конфликтной ситуации.

Когда преподаватель способен правильно разрешать конфликтные ситуации в учебном заведении, то можно говорить о том, что может их регулировать и сглаживать. Но регулирование конфликтов определяется также в умении предупреждать их появление. Именно организованная деятельность профилактики конфликтов допускает сокращение их количества и исключение возможности возникновения разрушительных конфликтных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анцупов, А.Я.* Конфликтология в схемах и комментариях: Учебное пособие / А.Я. Анцупов, С.В. Баклановский. - М.: Проспект, 2016. - 336 с.
2. *Балан, В.П.* Конфликтология: Учебное пособие для вузов / В.П. Балан, А.В. Душкин, В.И. Новосельцев и др. - М.: РиС, 2015. - 342 с.
3. *Дмитриев, А.В.* Конфликтология: Учебник / А.В. Дмитриев. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с.
4. *Зеленков, М.Ю.* Конфликтология: Учебник / М.Ю. Зеленков. - М.: Дашков и К, 2015. - 324 с.
5. *Шарков, Ф.И.* Общая конфликтология: Учебник для бакалавров / Ф.И. Шарков, В.И. Сперанский. - М.: Дашков и К, 2016. - 240 с.

УДК 373.1

А. И. Помелова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет, Шуйский филиал

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГУЛЯТИВНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

Аннотация: В статье дана характеристика регулятивных универсальных учебных действий обучающихся основной школы, обобщены способы формирования этой группы учебных действий.

Ключевые слова: учебная деятельность, учебные действия, структура учебной деятельности, регулятивные универсальные учебные действия.

A. I. Pomelova

FEATURES OF THE FORMATION OF REGULATORY UNIVERSAL EDUCATIONAL ACTIONS AMONG STUDENTS OF THE PRIMARY SCHOOL

Abstract: The article describes the regulatory universal educational actions of primary school students, summarizes the ways of forming this group of educational actions.

Keywords: educational activities, educational activities, structure of educational activities, regulatory universal educational actions.

Введение: Измененные подходы к содержанию и организации учебного процесса в современной школе направлены в первую очередь на подготовку учащихся к реальной жизни, умению планировать и решать приоритетные задачи, работать и сотрудничать в команде, занимать активную позицию, объективно оценивать себя и свои возможности. Именно регулятивные универсальные учебные действия лежат в основе формирования у

учащихся навыков самоорганизации в собственной деятельности. Выделение регулятивных универсальных учебных действий связано со структурой учебной деятельности. По мнению авторов концепции формирования универсальных учебных действий (А.Г. Асмолова, Г.В.Бурменской, И.А. Володарской, О.А. Карабановой, Н.Г. Салминой и С.В.Молчанова), регулятивные универсальные учебные действия обеспечивают организацию учебной деятельности обучающегося.

Основу исследования составляют теория формирования и развития учебной деятельности (В.В. Давыдов, А.К. Дусавицкий, А.В. Захарова, В.П. Зинченко, И.И. Ильясов, К.П. Мальцева, А.К. Маркова, В.В. Репкин, Г.А. Цукерман, Д.Б. Эльконин и др.), концепция формирования универсальных учебных действий (А.Г. Асмолов, Г.В. Бурменская, И.А. Володарская, О.А. Карабанова, Н.Г. Салмина, С.В. Молчанов и др.); теория рефлексивного подхода в обучении (Б.З. Вульф, А.В. Карпов, В.В. Краевский). Особенности формирования видов учебных действий регулятивного компонента универсальных учебных действий были рассмотрены в работах К.Н. Поливановой, Э.Д. Телегиной, В.В. Гагай.

Формирование регулятивных универсальных учебных действий для школьников определяется содержанием предметов, методами организации воспитательной работы, а также возрастными особенностями детей.

Целью исследования является выявление особенностей формирования регулятивных универсальных учебных действий у обучающихся основной школы.

Изложение основного материала исследования. Регулятивные универсальные учебные действия включают целевые действия (постановка учебной задачи на основе взаимосвязи между тем, что уже известно и усвоено учащимися, и тем, что еще неизвестно); планирование действий (определение последовательности промежуточных целей с учетом конечного результата; разработка плана и последовательности действий); прогнозирование действий (прогнозирование процесса и результатов); действия самоконтроля (сравнение метода действия и его результата с данным стандартом для выявления отклонений от него); корректирующие действия (внесение необходимых дополнений и исправлений в план и метод действий); деятельность по самооценке (распределение и признание студентами того, что уже было приобретено и что должно быть получено, оценка качества и уровня усвоения); саморегуляция (способность к волевым усилиям, преодоление препятствий) [1, 105].

Все элементы структуры образовательной деятельности включены в блок регулятивных учебных действий; следовательно, задачи учителя включают в себя: обучение самих учеников для постановки цели, составление плана для достижения этой цели, корректировку рабочего процесса по мере необходимости, принятие достигнутых результатов и оценку достигнутых результатов. Показатели для разработки универсальных регулятивных учебных действий могут служить параметрами для структурного и функционального анализа деятельности, включая индикативную, контрольную и исполнительную части мероприятия [2, 155].

Обучение школьников целеполаганию, формулированию темы урока возможно посредством внедрения в занятие проблемного диалога, следует формировать проблемную ситуацию с целью установления обучающимися пределов знания – незнания. Необходимо учить обучающихся анализировать представленный учебный материал, подбирать те задачи, какие станут содействовать достижению установленной цели, устанавливая их роль на занятии. Работа в парах – модель организации работы обучающихся на занятии, которая нужна для того, чтобы научить учебной совместной работе (сотрудничеству). Однако, в первую очередь прежде чем внедрять ее, необходимо вместе с обучающимися установить главные позиции результативного взаимодействия [3, 5]. Деятельность в парах может быть организована в форме учебного проекта.

Для формирования умений оценки и самооценки возможно применять метод рецензий ответа одноклассника, взаимооценки в группе, аспектной оценка.

Формированию рефлексивных умений способствуют вопросы: «Что нового ты узнал сегодня на уроке? Чему смог научиться? Над чем тебе еще нужно поработать? Какие задания тебе понравились больше всего? Смог ли ты достигнуть цели, поставленной в начале урока?»

В ходе исследования был разработан алгоритм формирования регулятивных универсальных учебных действий у обучающихся.

1. Формулирование собственной цели предстоящей деятельности.
2. Четкое осознание и понимание учебного задания.
3. Составление плана собственных действий.
4. При появлении проблемы с выполнением задания необходимо обратиться к учителю, учебно-справочным материалам и др.
5. Проведение коллективного обсуждения хода выполнения задания.
6. Организация само- и взаимопроверки, само- и взаимоконтроля.
7. Оценка и самооценка деятельности.

Этот алгоритм можно выдать ученикам в виде памятки

Эмпирическое изучение уровня сформированности регулятивных универсальных учебных действий у обучающихся проводилось в общеобразовательных школах г. Иваново и г. Родники. В качестве методического инструментария использовалась «Методика оценки сформированности компонентов учебной деятельности» (Г.В.Репкина и Е.В.Заика). В исследовании приняли участие 65 обучающихся 6-х классов и 4 учителя математики. Анализу подвергались сформированность таких компонентов учебной деятельности как целеполагание, учебные действия, контроль и оценка.

В ходе исследования были получены следующие результаты:

Таблица 1. Уровни сформированности компонентов учебной деятельности

Уровни	Компоненты учебной деятельности			
	Целеполагание	Учебные действия	Контроль	Оценка
I уровень	-	-	-	-
II уровень	-	-	-	-
III уровень	26	27	25	28
IV уровень	22	24	20	20
V уровень	17	14	19	17
VI уровень	-	-	-	-

На основе анализа полученных данных можно констатировать, что у обучающихся 6-х классов регулятивные универсальные учебные деятельности сформированы на третьем, четвертом и пятом уровнях. Представим детальную характеристику проявления у обучающихся компонентов учебной деятельности для этих уровней.

Для учащихся, у которых умения целеполагания сформированы на третьем уровне, характерно принятие познавательного задания, осознание его требований, но в процессе решения оно заменяет познавательное задание практическим заданием. Учащиеся четвертого уровня развития постановки целей принимают познавательную цель, сохраняя ее при выполнении учебной деятельности. Обучающиеся на пятом уровне сформированности умений постановки целей выражали самостоятельную формулировку познавательной цели и соответственно планировали учебные действия.

Учащиеся третьего уровня развития учебных действий самостоятельно применяют усвоенный способ действия для решения новой проблемы, но не могут внести в него небольшие изменения, чтобы адаптировать его к условиям конкретной задачи. Учащиеся четвертого класса - они могут обнаружить разрыв между новым заданием и приобретенным

режимом деятельности, они пытаются самостоятельно восстановить известный им метод решения, но они могут сделать это правильно только с помощью учителя. Учащиеся пятого уровня разрабатывают учебные действия, решая новую проблему, самостоятельно выстраивая новый способ действия или изменяя известные методы деятельности, делают это постепенно, без посторонней помощи, для правильного решения проблем.

Обучающиеся третьего уровня развития умений контроля при выполнении нового действия осознают его, однако затруднено одновременное выполнение нескольких учебных действий, допущенные ошибки исправляет и обосновывает. Обучающиеся четвертого уровня, развивающие навыки контроля непосредственно в процессе выполнения действия, руководствуются обобщенной схемой и успешно соотносят процесс решения проблемы с ней и практически не допускают ошибок. Учащиеся пятого уровня развития навыков управления, решая новую проблему, успешно применяют алгоритм, предлагают новые способы решения проблемы и самостоятельно вносят коррективы в образовательные действия.

Обучающиеся на третьем уровне развития самооценки могут самостоятельно оценивать свои действия и существенно обосновывать исправление или ошибочность результата, соотнося его со схемой действий. Обучающиеся четвертого уровня развития самооценки, начинающие решать новую проблему, стараются оценить свои умения относительно ее решения, однако они учитывают только факт своего знания или знакомства, а не возможность изменения методов действия. Обучающиеся пятого уровня развития навыков самооценки, начинающие решать новую проблему, могут оценить свою способность ее решать, учитывая возможное изменение методов действия, известных ему.

Описанные уровни подготовки компонентов образовательной деятельности в чистом виде встречаются не всегда. Мы сосредоточились на наиболее значимых характеристиках проявления каждого компонента в учебных ситуациях разных типов (работа во время урока, домашние задания, контрольные задания, лабораторные работы и т. д.).

Выводы и перспективы дальнейших исследований Регулятивные универсальные учебные действия имеют большое значение для формирования личности школьников. Они влияют на развитие произвольности мышления, поведения, коммуникации учащихся. Регулятивные универсальные учебные действия включаются в структуру учебной деятельности, поэтому обеспечивают ее организацию, регуляцию и произвольность, превращают учебный труд в управляемый, контролируемый обучающимся, сознательный процесс. Повышение уровня сформированности регулятивных универсальных учебных действий у обучающихся основной школы мы видим во включении их в проектную и исследовательскую деятельности, так как этапы этих видов деятельности связаны с целеполаганием, планированием, контролем, оценкой и рефлексией, активное использование групповых и парных форм работы, исполнение обучающимися роли эксперта, самостоятельное составление школьниками алгоритма решения проблемной ситуации, разработка индивидуального маршрута деятельности для обучающихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Асмолов А.Г.* и др. Проектирование универсальных учебных действий в старшей школе // Национальный психологический журнал. 2011. №1(5). С. 104-110.
2. *Горленко, Н.М.* и др. Структура универсальных учебных действий и условия их формирования // Народное образование. 2012. № 4. С.153 – 160.
3. *Махотин, Д.А.* Методические основы формирования универсальных учебных действий // Педагогическая мастерская: Все для учителя. 2014. № 4. С.4-8.

УДК 378.147

Е. И. Рзаева

ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет, Шуйский филиал

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН НА ФАКУЛЬТЕТЕ ПЕДАГОГИКИ И ПСИХОЛОГИИ

Аннотация: Модернизация высшего профессионального образования предусматривает подготовку высококвалифицированных специалистов для системы образования. В статье раскрывается роль интерактивного обучения в преподавании психологических дисциплин. Автор раскрывает типы технологических структур занятий, которые используются при организации учебного процесса. Большое внимание уделяется описанию опыта применения активных и интерактивных методов обучения в педагогической практике.

Ключевые слова: интерактивное обучение, технологические аспекты, технология обучения, психологические дисциплины, студент, вуз, педагог.

E. I. Rzaeva

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF INTERACTIVE LEARNING IN THE TEACHING OF PSYCHOLOGICAL DISCIPLINES AT THE FACULTY OF PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY

Abstract: Modernization of higher professional education provides for the training of highly qualified specialists for the education system. The article reveals the role of interactive learning in the teaching of psychological disciplines. The author reveals the types of technological structures of classes that are used in the organization of the educational process. Much attention is paid to describing the experience of using active and interactive teaching methods in pedagogical practice.

Keywords: interactive learning, technological aspects, learning technology, psychological disciplines, student, University, teacher.

Модернизация высшего профессионального образования предусматривает подготовку высококвалифицированных специалистов для системы образования. Компетентностный подход к решению данной проблемы нацеливает на приобретение специалистами навыков и умений, необходимых для осуществления педагогического процесса в различных альтернативных условиях деятельности школ и дошкольных образовательных учреждений. В связи с этим осуществляется поиск наиболее эффективных форм и методов оптимизации учебного процесса.

Внедрение интерактивного обучения в подготовку специалистов обусловлено целями образования, особенностями компетентностной модели обучения и условиями инновационной деятельности высших учебных заведений, а также характеристиками самих обучающихся[3]. Каждый обучающийся – это лицо, обладающее определенной физиологической, социальной, нравственной зрелостью, собственным жизненным опытом и уровнем самосознания, достаточным для ответственного самоуправления собственным поведением и деятельностью. При этом личность обладает собственной системой ценностей, своими ожиданиями относительно процесса обучения, личной мотивацией и профессиональными интересами. У большинства студентов, особенно младших курсов, недостаточно сформированы коммуникативные умения, обеспечивающие возможность позитивного междисциплинарного взаимодействия в педагогическом процессе. Применение

интерактивных методов обучения позволит строить учебный процесс в оптимальном режиме, при активном участии каждого субъекта образовательного процесса. Приобретая практические умения и навыки группового взаимодействия и диалогового общения, студенты легко включаются в самостоятельную практическую деятельность, адаптируются к условиям образовательных учреждений и проявляют готовность к конструктивному общению с окружающими. Применение педагогической модели обучения с использованием интерактивных технологий обеспечивает:

- совместную деятельность всех участников образовательного процесса;
- максимальную самостоятельность всех участников процесса обучения;
- преобладание партнерского, диалогового общения студентов и преподавателя;
- поддержку индивидуальности;
- предоставление свободы студентам для принятия самостоятельных решений в вопросе своего обучения;
- развитие сотворчества студентов и преподавателя;
- создание атмосферы, снимающей у участников педагогического процесса напряженность и тревожность в связи с включением в образовательную деятельность.

При умелой организации учебного процесса активные и интерактивные методы обучения гармонично вписываются в разные типы технологических структур занятий и дают педагогический эффект. На уроках психологии используются различные типы технологических структур занятий.

Первый тип - последовательная технологическая структура занятий предполагает изучение тем порядком, предложенным рабочей программой изучаемой дисциплины. При этом материал творчески перерабатывается шаг за шагом. В ходе занятий студенты самостоятельно выполняют творческие работы по изучаемым вопросам с использованием опорных схем, таблиц, графиков, слайдов, видеозаписей, а также составляют планы, разрабатывают конспекты и психолого-педагогические рекомендации для педагогов в области воспитания, развития и обучения детей. Данная структура оптимальна на уроках комбинированного и практического типа. Например, при изучении возрастной периодизации студенты составляют опорные схемы, планы-конспекты, изучают взгляды выдающихся ученых Ж.Пиаже на развитие детского интеллекта, взгляды Л.С. Выготского о развитии ребенка, «зоне ближайшего развития», о ведущей роли обучения и воспитания в развитии ребенка. На занятиях такого типа целесообразно применять интерактивные методы позиционного характера, что способствует созданию психологической атмосферы доверия, сотрудничества, научного поиска, взаимопонимания, взаимопомощи и поддержки. Распространённой в практике преподавания психологии является групповая форма организации учебной деятельности - позиционные занятия (методика авт. Н.Е. Веракса). Методика состоит в том, что студенты делятся на группы: «Понятия», «Схемы», «Вопросы», «Примеры», «Тезисы», «Апологиеты», «Критики», «Аналитики», «Поэты», «Фанаты», «Театр» и т.п. Каждая группа должна представить изучаемую проблему со своей позиции. Так группа «Понятия» работает над научным содержанием понятий, используя психологические справочники, научную литературу, психологические словари и представляет практические наработки в ходе презентации. Группа «Фанаты» учится отстаивать свои научные идеи и позиции, конструктивно обсуждая спорные проблемы и вопросы. Группа «Театр» представляет инсценировку проблемной психолого-педагогической ситуации или может представить музыкально-танцевальную композицию, отражающую суть ключевой проблемы. Таким образом, позиционная модель обучения позволяет студентам за одно занятие повторить изученный материал несколько раз, с разных позиций.

Интерактивные методики отличаются разнообразием форм и методов их организации[1]. В процессе преподавания психологических дисциплин также применяется метод «Разбор педагогических ситуаций». Например, при изучении дисциплины «Развитие игровой деятельности у детей дошкольного возраста», студентам предлагается посмотреть видеозаписи организации и осуществления психолого – педагогического сопровождения игровой деятельности дошкольников. После просмотра студенты анализируют используемые педагогом дошкольного образовательного учреждения методы и приемы руководства игровой деятельностью детей дошкольного возраста в разных возрастных группах. После анализа студенты предлагают более рациональные на их взгляд методы и приемы руководства игрой детей. При изучении дисциплины «Проблема игрового пространства в дошкольном возрасте» используется метод «Моделирование педагогических ситуаций». Студенты условно делятся на «Воспитателей» и «Детей». Цель практического занятия: смоделировать ситуацию по формированию «игрового пространства» у детей. Студенты, выступающие в роли «Воспитателя» апробируют методику «Формирование игрового пространства» у детей (авт. Рзаева Е.И.). Студенты в роли «Детей» демонстрируют навыки диалектического преобразования предметов. Психологический видеотренинг – метод, представляющий собой интерактивное игровое занятие, в котором студенты разыгрывают между собой педагогические ситуации, возникающие при организации сюжетно – ролевой игры дошкольников. Например, ситуация, когда ребенок не желает принимать участие в игре; ребенок испытывает трудности в сговоре на игру; конфликты между детьми, возникшие в ходе игры; сюжетная линия игры не развивается; дети не соблюдают правила игры и нарушают ролевые отношения. Все это снимается видеокамерой, а затем под руководством преподавателя записанный материал просматривается (видеообратная связь) с разбором и анализом поведения, вербальной и невербальной активности студентов, которые в тренинге выполняли роли детей и воспитателей. Использование видеозаписи игровых ситуаций помогает студентам совершить переход от непосредственно пережитого педагогического опыта к его осмыслению, рефлексии, что способствует формированию у студентов готовности осуществлять переход от знания, как руководить игрой к реальным действиям в конкретной ситуации. При изучении дисциплины «Проблема игрового пространства в дошкольном возрасте» используется модификация метода «Кластер». На доске пишут ключевое слово (допустим «Конус»), вокруг располагаются несколько квадратов, которые обозначают названия сюжетно – ролевых игр: «Больница», «Магазин», «Почта», «Парикмахерская», «Семья», «Школа», «Полет на Марс», «Строители», «Гараж», «Цирк». Задача студентов – наделить реальный предмет (в данном случае «конус») игровыми значениями, смыслами в зависимости от сюжета игры. Данный метод способствует развитию у студентов диалектического мышления, творческого воображения, аналитических способностей. Кейс-метод широко применяется при проведении практических занятий по психологическим дисциплинам и представляет собой письменное описание какой-либо конкретной реальной ситуации. Например, описывается педагогическая ситуация: «воспитатель при организации игровой деятельности детей жестко регламентирует игровые действия детей, подавляя проявление детской инициативы и творчества». Студентам предлагается проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблемы, предложить возможные варианты решения и выбрать лучший из них. Этот метод способствует формированию таких качеств, как инициативность и самостоятельность, гибкость, критичность мышления. В практике преподавания психологии широко применяется метод «Проектов». Работа над проектом направлена на решение конкретной, социально значимой исследовательской, практической проблемы. Выполнение работы начинается с проектирования самого проекта, т.е., планирования действий по разрешению проблемы. Исследовательская работа студентов заключается в поиске информации. Результатом работы над проектом является продукт, презентация продукта и защита самого проекта. Например, в контексте изучения дисциплины «Психология и педагогика игры»

студентам предлагается разработать проекты: по психолого – педагогическому сопровождению развития игровой деятельности детей разных возрастных групп. В проекте отражается значимость решения данной проблемы, цели, задачи, условия реализации, участники проекта, сроки и этапы реализации плана – проекта, ожидаемые результаты. Личный интерес у студентов в данной деятельности является необходимым условием успешной работы и формирования у них профессиональной мотивации. Метод «Идейная карусель» представляет собой организацию последовательного обсуждения предложенных вопросов с последующим принятием коллективного решения. В результате чего происходит актуализация знаний и обобщение имеющегося опыта. Каждому члену группы (группа состоит из 4- 5 человек) раздается чистый лист бумаги и всем задается один и тот же вопрос. Без словесного обмена мнениями все участники записывают на своих листках бумаги спонтанные формулировки ответов на него. Листки с записями в режиме дефицита времени передаются по кругу по часовой стрелке соседям по группе. В группах происходит обсуждение сформулированных участниками ответов и обмен результатами работ групп. Все группы предлагают по очереди свои формулировки из итогового списка. Например, в процессе изучения темы: «Общие закономерности психического развития» (дисциплина «Детская психология») предлагается следующий вопрос: Что является движущими силами психического развития? При изучении дисциплины «Развитие игровой деятельности детей дошкольного возраста» используется метод «Деловая игра». Студенты делятся на детей, воспитателей и методистов. Задача «Детей» поиграть в сюжетно – ролевую игру, например, в «Больницу», «Дочки – матери» и т. д. в зависимости от возрастной группы. «Воспитатели» осуществляют психолого – педагогическое сопровождение игровой деятельности, «Методисты» проводят педагогическое наблюдение и осуществляют методический анализ деятельности «Воспитателей». В заключительной части практического занятия проводится обсуждение хода проведения деловой игры с точки зрения применения эффективных приемов руководства сюжетно – ролевой игрой. В рамках вышеуказанной дисциплины используется метод «Обсуждение записей собственных действий». Суть метода в том, что студенты на практике осуществляют руководство игровой деятельностью. При этом ведется видеозапись. Анализ ярких фрагментов видеозаписи проводится на практических занятиях. Студенты имеют возможность посмотреть на себя «со стороны» и осуществить самоанализ собственной практической деятельности в ходе руководства сюжетно ролевой игрой. Данный метод развивает у студентов профессиональную наблюдательность, критическое мышление, рефлексивные способности.

Второй тип - блочная технологическая структура занятий. При этом материал изучаемой темы рассматривается сразу как единый логический блок, который затем прорабатывается на отдельных занятиях. Данный технологический подход осуществляется с использованием интерактивного метода «погружения», что позволяет решать задачи обучения наиболее эффективно, так как в нём присутствует эффект внушения, убеждения. Для того, чтобы добиться успеха у обучающихся возникает необходимость пополнить научно-теоретические знания, организуя самостоятельный поиск научно-психологической информации. При этом студенты составляют и защищают собственные концепты темы в начале и в конце ее изучения, разрабатывают опорные схемы, презентации, мини-лекции. Например, при изучении психологических аспектов развивающего обучения ставится проблемный ключевой вопрос относительно сущности развивающего обучения. У студентов данная проблема вызывает интерес и они пытаются высказывать различные точки зрения на интуитивном уровне. Затем студенты знакомятся с различными научными подходами в решении проблемы взаимосвязи обучения и развития: Торндайка, Л.С. Выготского, Ж.Пиаже. Студенты высказывают свою точку зрения, рассуждают, анализируют и сравнивают различные научные подходы ученых на освещение данной психологической проблемы. В результате они разделяют точку зрения Л.С. Выготского о том, что обучение идет впереди развития. Свои взгляды студенты оформляют в форме мини-лекций. С этой целью используются дискуссионные формы и методы интерактивного обучения. Такие, как

метод «круглого стола», мозговая атака, эвристическая беседа, лекция-диалог, дискуссия и другие. В результате организации данных видов деятельности происходят изменения в собственных взглядах студентов, зарождается и развивается способность к аналитическому мышлению, педагогическому видению, конструктивному ведению диалога.

Третий тип - ситуативная структура построения занятий, которая опирается на технологические этапы создания и развития образовательной ситуации:

- на первом этапе происходит обеспечение мотивации процесса деятельности, постановка проблемы;
- на втором этапе организуются индивидуальные или коллективные формы работы по решению проблем, демонстрация полученных результатов;
- на следующем этапе формулируются результаты исследовательской и познавательной деятельности, даются психолого-педагогические рекомендации, а также проводится рефлексивная оценка индивидуальной и коллективной работы.

В организации занятий такого типа используются деловые игры, позиционные минутки, пресс-конференции, психологические консилиумы, родительские собрания, разрешение проблемных ситуаций, решение психологических задач. Назревшая проблема может быть представлена в виде инсценировки педагогической ситуации, деловой или дидактической игры, психологической задачи, фрагмента занятия, урока, психологической игры, видеофрагмента, звукозаписи, дискуссии. Данный тип занятия используется при изучении возрастных характеристик детей и составлении «психологических портретов» детей с нестандартным развитием. При этом студенты учатся самостоятельно выделять ведущие линии развития на каждой возрастной ступени, вырабатывают собственные взгляды на проблемы возрастного развития; составляют таблицы, опорные схемы, психологические характеристики, иллюстрирующие психологические особенности развития детей каждой возрастной ступени дошкольного детства через различные виды презентаций[2]. Осуществление поиска ответов на вопросы: «Каковы механизмы перехода от одной ступени развития на другую?», «Что является источником развития?» побуждает обучающихся найти правильные решения, опираясь на научные источники и взгляды выдающихся ученых. Например, утверждая, что переход на новую ступень развития сопровождается «букетом новообразований», возникновением противоречий, которые являются источником развития, студенты опираются на взгляды учёных психологов Л.С. Выготского, Д.Б. Эльконина. На практических и семинарских занятиях по психологическим дисциплинам со студентами также организуются такие интерактивные формы и методы учебной работы, как творческие мастерские, мастер-классы, «круглые столы», дискуссии, проектные семинары, разбор деловой документации. Большое место отводится ролевым и деловым играм, имитирующим педагогические ситуации, что способствует выработке профессиональных умений и навыков, взглядов и установок на моделирование и разрешение педагогических ситуаций. В подготовке будущих педагогов используются деловые игры на следующие темы: «Педагогический Совет защиты инноваций», «Родительское собрание», «Методическое объединение», «Психологический консилиум», «Психологическая консультация», «Психологический вечер», «Заседание круглого стола», «Мини-пресс конференция». Например, в ролевой игре «Педагогический Совет защиты педагогических инноваций» каждой группе дается задание: предварительно изучить какую-либо педагогическую инновацию в области начального или дошкольного образования и на педагогическом совете в краткой форме изложить ее идеи и особенности, ознакомиться с конкретным опытом применения этой педагогической технологии на практике. Возможно использование наглядных презентаций, таблиц, плакатов. В результате делового обсуждения инновации по ролям «Педагогический Совет» приходит к тому или иному решению о целесообразности ее применения.

Активные и интерактивные методы и приемы стали все чаще включаться и в такую традиционную форму обучения студентов, как лекция. Например, лекция-беседа или лекция-

диалог предполагают наличие непосредственного контакта с аудиторией, позволяют привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определить содержание и темп изложения учебного материала с учетом специфики аудитории, расширить круг мнений обучающихся, использовать коллективный опыт и знания. Лекция-дискуссия представляет собой свободный обмен мнениями в промежутках между логически оформленными разделами сообщения учебного материала, активизирует познавательную деятельность аудитории, дает возможность управлять мнением группы, использовать это мнение для изменения негативных установок и ошибочных мнений некоторых обучающихся, так как лекции данного типа отличаются наличием интенсивной обратной связи. Лекция с применением элементов «мозгового штурма» и лекция с разбором микроситуаций по форме аналогичны лекции-дискуссии, но в этом случае обсуждаются конкретные ситуации из реальной практики. Лекция «пресс-конференция», как форма организации учебной деятельности, имеет большой познавательный эффект, если проводится с привлечением высококвалифицированных специалистов в области изучаемой проблемы (могут быть приглашены передовые воспитатели, учителя) или же используется их опыт, опубликованный в методической литературе и печатных изданиях.

Анализ опыта реализации педагогической модели с применением интерактивных форм и методов обучения в преподавании психологии показал:

- часть студентов не готова занять субъектную позицию в обучении, так как она требует принятия на себя большей ответственности за результаты своего образования;
- многие методы интерактивного обучения можно использовать в комплексе с традиционными методами в контексте изучения определенной темы или раздела;
- преподавателям важно иметь необходимые компетенции и опыт работы применения интерактивных методов обучения, так как им легче работать традиционно, на основе привычных стереотипов: самому объяснить, «разложить по полочкам» материал, не давая возможности обучающимся проявить свои знания и опыт. В результате студенты не имеют возможности активно включиться в педагогический процесс и приобрести опыт коммуникативного общения.

Таким образом, разработка и внедрение технологии интерактивного обучения в подготовку квалифицированных специалистов в области дошкольного и начального образования является одним из приоритетных направлений осуществляемой педагогической деятельности, так как позволяет эффективно решать цели и задачи подготовки компетентных специалистов. Несмотря на все сложности, интерактивное обучение находит все больше сторонников и занимает определенное место в практике высшего профессионального образования, поскольку делает процесс обучения более мотивированным, продуктивным, эмоционально насыщенным, личностно-развивающим, а значит, более качественным, что соответствует основным положениям компетентностной модели обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. *Рзаева, Е.И.* Психолого-педагогические условия эффективности интерактивного обучения в преподавании психологических дисциплин в процессе подготовки бакалавра начального образования / Е.И. Рзаева // *Материалы всероссийской заочной научно-практической конференции: Образовательные инновации в профессиональной подготовке бакалавра начального образования.* Барнаул.2011. – С.36-40.
2. *Рзаева, Е.И.* Использование информационных технологий в процессе обучения студентов педагогического Вуза, как условие активизации учебно – познавательной деятельности обучающихся и достижения качества подготовки компетентных специалистов // *Вестник развития науки и образования.* –2013. – № 5. – С. 141-147.
3. *Рзаева, Е.И.* Использование методов интерактивного обучения в преподавании психологических дисциплин будущим педагогам // *Научный поиск.* –2019. – № 1. – С. 10-15.

УДК 355.232+54:378

А. В. Свиридов, А. П. Кебец, Н. М. Кебец

ФГКВОУ ВО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко

РОЛЬ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ В ОБУЧЕНИИ КУРСАНТОВ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Аннотация: рассмотрены роль и особенности использования расчетных задач при обучении общей и неорганической химии. Даны рекомендации по использованию их для проверки уровня знаний курсантов по различным химическим темам. Показана важная роль расчетных задач для подготовки курсантов к участию в химических олимпиадах.

Ключевые слова: общая и неорганическая химия, расчетные задачи, курсанты, олимпиада.

A. V. Sviridov, A. P. Kebets, N. M. Kebets

THE ROLE CALCULATING TASKS IN THE TEACHING OF CADETS FOR UNIT AND INORGANIC CHEMISTRY

Abstract: the article the role and features of using of calculating tasks during studying unit and inorganic chemistry was shown. It is given the recommendations of their use for examination knowledge level of cadets in various chemical themes. It is mentions the importance of the calculating tasks for cadets to prepare for participation in the olympiads in chemistry.

Keywords: unit and inorganic chemistry, calculating tasks, cadets, olympiad.

Обучение курсантов решению расчетных задач имеет важное значение в процессе преподавания химических дисциплин. Актуальность этой темы возрастает в связи с реализацией в военных вузах новых федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения.

Курсанты Военной академии РХБ защиты всех направлений подготовки учатся решать расчетные задачи в процессе изучения различным химическим дисциплинам на кафедре химии в течение первых трех лет обучения. Расчетные задачи являются необходимым заданием при сдаче зачетов и экзаменов по всем химическим дисциплинам в рамках промежуточной аттестации.

Решение расчетных задач по химическим дисциплинам является необходимо для глубокого усвоения курсантами теоретического материала. При этом изучение каждой химической дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные курсантами в рамках предшествующих химических дисциплин. Определенные навыки решения расчетных задач по химии приобретаются школьниками при изучении общей, неорганической и органической химии. Вместе с тем, по-видимому, вследствие крайне ограниченного объема часов, предусмотренных для уроков химии во многих школах, а также вариативности программ по химии, часть курсантов 1 курса, как показывает опыт, не имеет достаточных навыков решения расчетных задач по химии. Поэтому важное значение имеет выработка и развитие таких навыков при изучении курсантами 1 курса общей и неорганической химии. В связи с этим актуальна задача, заключающаяся в том, чтобы за короткий период помочь курсантам систематизировать и усвоить большой объем теоретической информации по общей и неорганической химии, полученной на лекциях и самостоятельно проработанной с

помощью учебника, научить их решать задачи различного уровня сложности при проведении аудиторных занятий и в процессе самостоятельной работы.

Целью данной статьи является обобщение материала, связанного с решением задач по общей и неорганической химии, поскольку у первокурсников возникают с этим проблемы в связи с недостаточным количеством часов для этого в школьных программах по химии. Задача заключается в подборе методов решения этой проблемы путём обучения способам и навыкам усвоения знаний по химии с помощью алгоритмов.

Расчетные задачи, которые должны уметь решать курсанты при изучении общей и неорганической химии, довольно разнообразны. Это обусловлено разнообразием соответствующих тем. Вместе с тем, ряд типовых задач, например, связанных с основными законами химии, расчетами по химическим уравнениям рассматриваются в рамках школьной программы.

Для решения расчетных типовых задач по химии необходимым условием является знание курсантами соответствующего теоретического материала, в том числе химизма процессов, о которых упоминается в условиях задач, математических формул. Однако, этого условия недостаточно для решения ряда задач, в том числе повышенного уровня сложности. Некоторые курсанты, как показывает опыт преподавания химических дисциплин, могут, например, выучить формулы, написать их, но не могут применить для решения конкретной задачи. Это обусловлено, очевидно, тем, что эти курсанты не научились при обучении в школе логически мыслить, рассуждать при поиске алгоритма решения задачи. По-видимому, это связано в первую очередь с недостаточным объемом часов, отводимым для химии в школе. Решение задач повышенного уровня сложности требует в большей степени логического мышления, алгоритмизации действий [1,2]. Поэтому важной задачей преподавателя химии является научить ряд первокурсников рассуждать, логически мыслить при поиске решений расчетных задач.

Для успешной выработки навыков решения расчетных задач процесс обучения можно разделить на этапы. На первом этапе формируются отличительные признаки данного типа задач, общие принципы решения расчетных задач разных типов, определение конкретного алгоритма на основании общих принципов решения. На втором этапе реализуется практика решения расчетных задач по разнообразию способов, рациональности, нарастанию уровня сложности решения. Завершается данный этап обязательно решением комбинированных задач. На третьем этапе – составление условий задач, что позволяет лучше осмыслить, взглянуть изнутри на решение задачи. поставить себя на позицию автора задачи.

Во многих задачниках для вузов по общей и неорганической химии обычно имеются теоретические задания, требующие логического мышления обучающихся однако, расчетные задачи, в основном, типовые. Этим задачам, в курсе общей и неорганической химии уделяется большое внимание. Для таких задач есть определенный, разработанный методикой путь решения, то есть алгоритм решения, овладение которым позволяет активизировать и закреплять знания, учит курсантов логически мыслить. Эти стандартные алгоритмы важны как сами по себе, так и в качестве основы при решении сложных задач. Решение таких задач позволяет сформировать у курсанта понимание того, что решение задач состоит из ряда операций, которые связаны между собой и применяются в определенной логической последовательности. Выявление этих связей и определение последовательности логических и математических операций является основой умения решать задачи. После того, как курсанты овладели алгоритмами решения типовых задач, преподавателю рекомендуется переходить от типовых задач к задачам повышенного уровня сложности. При этом преподаватель должен анализировать разные способы решения задач по химии, акцентировать внимание курсантов на наиболее рациональных способах. Например, как вместо составления пропорций при решении задач использовать математические выражения, заменяющие ими две или три отдельные операции вычисления. Кроме того, при решении ряда задач по общей и неорганической химии курсантам вместо составления пропорций

рекомендуется использовать суммарные математические выражения, заменяющие две или три пропорции [3]. Это сокращает время, необходимое для решения задачи.

Наряду с этим, при изучении темы, связанной с растворами, для расчета количества растворенного вещества в определенном объеме раствора при известной плотности раствора и массовой доли этого вещества некоторые курсанты 1 курса сначала вычисляют массу раствора, затем массу растворенного вещества, а потом его количество. Преподаватель должен учить курсантов осуществлять такой расчет, используя одно математическое выражение, что экономит время решения задачи, облегчает проверку вычисления. Если, например, задача связана с химическими процессами, протекающими в две или три стадии, и для каждой стадии указан выход продукта, то курсантам следует рекомендовать заменять две или три стадии расчетов одним выражением, в котором имеется произведение значений выхода на всех стадиях. Кроме того, при решении таких задач рекомендуется использовать курсантами метод схем, в котором суммируются уравнения реакций для отдельных стадий, расчет осуществляется по суммарному уравнению или по итоговой схеме с учетом стехиометрических коэффициентов. Особое значение имеет применение закона эквивалентов при решении разнообразных задач. Это позволяет в ряде случаев решать химические задачи без написания конкретных уравнений реакций по известным или расчетным значениям эквивалентных масс необходимых веществ.

Важную роль в поиске решения расчетной задачи играет анализ условия задачи. Поэтому преподаватель дает курсантам общие методические рекомендации по анализу химической задачи, а также рекомендации, основанные на его личном опыте решения задач. Анализ условия задачи позволяет в ряде случаев избежать ошибочного варианта решения. В целом, процесс решения задачи предлагается разделить на восемь этапов [4]:

- первый этап – анализ условия задачи;
- второй этап – условная запись задачи;
- третий этап – поиск способа решения задачи (алгоритм);
- четвертый этап – осуществление решения задачи;
- пятый этап – проверка решения задачи;
- шестой этап – исследование задачи (установить, при каких условиях задача имеет решение, сколько различных решений в каждом отдельном случае; при каких условиях задача вообще не имеет решения и т.д.);
- седьмой этап – формулирование ответа задачи;
- восьмой этап – анализ решения задачи (установить, нет ли другого, более рационального способа решения, нельзя ли задачу обобщить, какие выводы можно сделать из этого решения и т.д.).

Для проверки усвоения курсантами теоретического материала, охватывающего разные темы общей и неорганической химии, преподаватель может предлагать курсантам решать задачи на смеси веществ. Например, курсантам предлагается задача на взаимодействие заданной массы сплава меди и свинца с избытком 60%-ного раствора азотной кислоты. В условии задачи указаны объем выделившегося газа, его температура и давление. Требуется определить массовую долю каждого из металлов в сплаве. Для решения данной задачи курсантам необходимо знать особенности взаимодействия металлов, которые определяются их положением в ряду напряжений, с растворами азотной кислоты различной концентрации. Преподаватель должен акцентировать внимание курсантов на применение рациональных способов решения задач на смеси, в том числе с составлением и решением систем алгебраических уравнений.

Для выработки у курсантов навыков решения расчетных задач важную роль играет самостоятельная работа. Она повышает активность курсантов, их интерес к решению задач, стимулирует творческую инициативу. Самостоятельное решение задач развивает мыслительную деятельность студентов. Кроме того, курсант сам прилагает усилия к решению задачи, не надеясь на списывание ее решения с доски. Наряду с этим,

преподаватель, при необходимости, указывает на ошибки, допущенные курсантом при решении, контролируя этим ход решения задачи, направляет работу курсанта. Учитывая индивидуальные особенности студента, надо правильно выбирать задачи на занятиях так, чтобы в ходе решения задачи одним помогать советом, чтобы правильно решить задачу; другим рекомендовать обратиться к литературе, например, в случае недостаточных знаний химических свойств соединений и как следствие, написание химических уравнений. При такой организации самостоятельной работы предусматривается и обучение, и контроль знаний. Очень важное значение имеет самостоятельная работа, предусматривающая решение задач, после изучения теоретического материала по данной теме общей и неорганической химии. Это позволяет курсанту закрепить изученный материал и применить на практике теоретические знания.

Следует иметь в виду, что при обучении курсантов решению расчетных задач по общей и неорганической химии рекомендуется использовать дифференцированный подход с учетом способностей курсантов. Наиболее способным курсантам могут быть предложены комбинированные задачи повышенного уровня сложности. Решение таких задач способствует выработке у курсантов навыков, необходимых им в дальнейшем для успешного участия в олимпиадах, например, в ежегодно проводимой военной академией РХБ защиты внутренней и межрегиональной межвузовской олимпиадах по химии, в которой наряду с курсантами принимают участие студенты 1-3 курсов вузов разных регионов Российской Федерации. При подготовке к олимпиадам по химии акцентируется внимание курсантов на теоретических вопросах, касающихся не только общей и неорганической химии, но и аналитической, органической и физической химии. Наряду с этим, отмечается роль знаний по математике, физике при решении олимпиадных задач. Кроме того, при подготовке к олимпиадам курсантам предлагаются нестандартные задачи по химии, максимально активизирующие их мыслительную активность. Наряду с этим, курсантов обучают наиболее рациональным способам решения олимпиадных задач, которые обычно являются комбинированными.

Заключение. Решению расчетных задач по химии посвящено немало работ. При выборе методов решения таких задач, очевидно, необходимо учитывать особенности обучающихся, их способности усвоению навыков решения задач. В целом, расчетные задачи по общей и неорганической химии способствуют адаптации к изучению последующих химических, а также специальных дисциплин. Решение задач способствует формированию рациональных приемы мышления, развивает самостоятельность. Решение химических задач должно быть не самоцелью, а эффективным средством обучения. Сознательное изучение основ химии невозможно без понимания количественной стороны химических процессов. Решение задач способствует конкретизации и углублению знаний, развитию навыков самостоятельной работы, а также служит закреплению в памяти обучающихся химических понятий, законов и теорий. Выполнение задач расширяет кругозор обучающихся, позволяет устанавливать связи между явлениями, между причиной и следствием, развивает умение мыслить логически. Умение решать задачи является одним из показателей уровня развития мышления курсантов по химии, глубины усвоения ими учебного материала. Это особенно важно для подготовки специалистов – химиков, которые должны уметь, в частности, применять на практике разнообразные химические реагенты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ломакина Г.Ю. О методике обучения химии в техническом университете / Г.Ю. Ломакина, О.И. Романко, А.Д. Смирнов, В.В. Федоров, В.Н. Шаповал//Современные проблемы науки и образования. - 2017. - № 5. - С. 289 — 296.
2. Костионова Д.Ю. Новый подход в обучении бакалавров решению расчетных задач по химии посредством алгоритмизированной методики на выведение общей формулы

вещества как способ формирования познавательного интереса//Исследовательский потенциал молодых ученых: взгляд в будущее: сборник материалов XIV Региональной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и магистрантов. - 2018. - С.139—141.

3. *Дерябина Н.Е., Молчанова Г.Н.* К вопросу об альтернативных способах решения расчетных задач по химии //Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе: сборник научных статей/главный ред. Е.Я. Аршанский. - Витебск. 2016.- С.49 —51.

4. *Саркаева А.Х.* Методика решения расчетных задач по химии//Вестник Чеченского института повышения квалификации работников образования. 2017. № 2 (27). С.27-36.

УДК 811

С. Ю. Тюрина, Е. В. Орлова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

Аннотация: статья посвящена вопросам профессионально-ориентированного подхода в процессе обучения иностранному языку в неязыковых вузах. Учебное пособие рассматривается в качестве основного средства иноязычного обучения. Особое внимание уделяется лексико-ориентированному подходу, которое лежит в основе разработки учебных материалов. Подчеркивается, что данный подход способствует развитию грамматического навыка с целью речевого профессионального общения на иностранном языке.

Ключевые слова: лексический подход, учебные материалы, устойчивые словосочетания, обучение иностранным языкам.

S. Yu. Tyurina, E. V. Orlova

ISSUES ON DEVELOPMENT OF FOREIGN LANGUAGE TEACHING AIDS IN NONLINGUISTIC UNIVERRSITY

Abstract: The article is devoted to the issues of professionally oriented approach to teaching foreign language at technical universities. Textbooks are considered as the basic component of foreign language teaching process. Special attention is paid to a lexico oriented approach that is a key approach when teaching aids are developed. It is highlighted that lexico oriented approach helps to develop grammar skills with the aim of professional communication in a foreign language.

Keywords: Lexical approach, teaching aids, lexical chunks, teaching foreign languages.

Вопросы обучения иностранному языку в неязыковом вузе представляют интерес как для научных исследователей, так и для педагогов практиков. Прежде всего, речь идет об основных составляющих этого процесса: цель, содержание, технологии.

В своей совокупности они обеспечивают процесс изучения иностранного языка, который ориентирован на развитие коммуникативных навыков, то есть эффективный обмен профессионально значимой информацией на английском языке. Таким образом, одной из основных целей иноязычного образования является развитие профессиональной коммуникативной компетенции.

Однако на практике эта задача не всегда успешно решается. Это можно объяснить противоречием между целями обучения иноязычному общению в техническом вузе и методическими принципами, которые лежат в основе разработки учебных материалов и пособий, используемых в учебном процессе.

Вопрос о роли современного учебника в организации учебного процесса активно обсуждается в работах отечественных ученых (Бим 1977, Борознец 2005, Попова 2011, Тюрина 2014 и др.).

Учебное пособие мы рассматриваем в качестве одного из основных средств обучения английскому языку в неязыковом вузе. И его ключевая функция — это развитие интегративных речевых умений и навыков обучающихся. В основе концепции современного учебника для профессиональных целей можно выделить коммуникативные цели и технологии.

Базовыми методическими принципами разработки учебных материалов для организации иноязычного обучения можно назвать следующие: системный вектор обучения, компетентностный подход, принципы модульного обучения, комплексное развитие всех видов речевой деятельности, а также развитие и саморазвитие личности обучающегося в процессе иноязычной учебной деятельности.

Поскольку мы говорим о профессионально-ориентированном обучении, представляется, что его базовыми составляющими являются такие технологии как работа с аутентичным профессиональным текстом, изучение специализированной лексики для развития навыков устной речи, составление глоссария по специальности, а также разработка комплекса упражнений, способствующих активизации грамматического и лексического материала (Образцов 2005)

Основная цель данной работы обосновать необходимость разработки учебного пособия на основе лексикоориентированного подхода, нацеленного на совершенствования иноязычной коммуникативной компетенции специалистов неязыковых специальностей.

Данный подход получил широкое применение в отечественной и зарубежной педагогической практике (Орлова 2010, Свирина 2012, Lewis 1993, Lewis, Michael 2000, Schmitt 2000, Sethi 2013 и др.).

Именно М. Льюис (Lewis 1993) одним из первых обратил внимание на возможность изучения иностранных языков с помощью так называемых лексических блоков. В своей работе исследователь рассматривает основные принципы лексико-ориентированного подхода в процессе обучения иностранным языкам. В основе лексического подхода лежит идея понимания и использование устойчивых словосочетаний или коллокации или *Lexical chunks*.

Под *коллокацией* в данной работе мы понимаем словосочетание, которое имеет комплексный характер на периферии лексико-фразеологической системы (Орлова 2010, с. 7). Отметим, что носителями языка коллокации часто используются интуитивно, но вызывают значительные трудности у тех, кто изучает иностранный язык. Базовой характеристикой данных словосочетаний можно назвать их целостность, поскольку смысловое значение словосочетания косвенно основывается на значении ее компонентов.

Коллокации являются цельнооформленными единицами как на уровне восприятия, так и на уровне воспроизведения, которые хранятся в готовом виде в ментальном лексиконе носителей языка.

Анализ показывает, что коллокации, являясь рекуррентными единицами, обладают синтаксической и дистрибутивной регулярностью (Орлова 2010, с. 5).

Например,

Blaze – respond to the blaze, put down the blaze, drive back the blaze, drive back the blaze.

Fire – bring fire to rest, blow fire around, be lost to the fire.

Water – water inlet, water flow, water tube, water movement, steam-water mixture, inlet water, feed water.

Tube – down-comer tube, riser tube, water tube, bent tube.

Pipe – evaporative pipe, lifting pipe, unheated pipes, inlet pipe, bottom pipe, top pipe, to pipe.

Особую роль играют словосочетания как общенаучные, так и специализированные, то есть терминологические. Отметим, что иноязычные коллокации представляют собой продуктивный способ образования терминологических словосочетаний. Результаты исследования показывают, что аутентичные тексты по профессиональной тематике (пожарная, электроэнергетическое, информационные технологии др.) обладают достаточно плотной сочетаемостью. Следовательно, знание терминологических словосочетаний, умение распознать их и использовать в своей речи, а также адекватный перевод английских коллокаций обеспечит любому специалисту уровень владения иностранным языком, достаточный, чтобы грамотно поддержать разговор на профессиональную тематику.

Таким образом, в связи с необходимостью разработки учебного пособия, основной целью которого является активизация лексических и грамматических навыков обучающихся на материале профессионально-ориентированного дискурса, возникла идея создания учебного пособия на базе лексикоориентированного подхода.

В результате были разработаны учебные пособия по иностранному для обучающихся по направлениям подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», 27.04.03. «Управление в технических системах» и специальности 20.05.01 – «Пожарная безопасность». Цель пособий – совершенствование коммуникативной иноязычной компетенции на базе лексикоориентированного подхода у обучающихся технического вуза. Использование учебных пособий будет способствовать совершенствованию навыков владения английским языком в различных ситуациях профессионального общения.

Реализации лексикоориентированного подхода в учебных пособиях осуществляется посредством введения и отработки различных видов заданий. Материал разбит на три блока: лексико-грамматический (*grammar and vocabulary*), синтаксический (*sentence and phrase*) и тематический (*topics for discussion*). Лексико-грамматический уровень включает изучение основных значимых частей речи: имя существительное, имя прилагательное, глагол, наречие и образующих с ними словосочетаний и коллокаций. На первом этапе, учитывая невысокий уровень владения иностранным языком у обучающихся неязыковых вузов, профессионально ориентированная лексика представлена через введение ключевых слов (например, *fire, smoke, blaze, alarm, foam, response, leak* и др.), отобранных по принципу частотности в экспериментальном корпусе с использованием программы *Sketch Engine*. Посредством включения наряду с лексическими грамматическими заданиями, данные единицы закрепляются у обучающихся как устойчивые фразы. Данный подход позволяет достаточно быстро и эффективно усвоить необходимые грамматические категории на материале «живого» английского языка. Важно отметить, что изучение лексики осуществляется посредством введения словесных блоков, которые в последствии позволяют формировать высказывание на уровне фраз и предложений. В отдельные уроки выделены *Word patterns, Collocations* и *Synonyms*.

Далее студенты знакомятся с различными словосочетаниями или коллокациями и развивают свои навыки, пытаясь самостоятельно объединить лексические единицы в коллокации, например, (прил.+сущ., глаг.+сущ. и др.); выполняют различные упражнения на отработку материала с целью включения данных единиц в активный вокабуляр. Например, подбирая существительное к предложенному ряду прилагательных: *significant / current / devastating / residential / active / well-developed / severe / fierce / unattended ...*

Особое внимание в пособиях уделяется переводу. Учитывая различия в законодательстве и стандартах, а также достаточно большое количество лексических лакун, обучающемуся предлагается наиболее подходящий по смыслу эквивалент, например, отсутствующие в Российском законодательстве понятия предлагается перевести с помощью описательного перевода: **offensive / interior mode (attack)* – активный режим тушения пожара (тушение пожара изнутри здания); *defensive / exterior mode (attack)* – безопасный режим тушения пожара (тушение пожара снаружи здания).

Таким образом, распределение лексических единиц по группам от слов к словосочетанию, от словосочетания к предложению способствует усвоению лексических блоков и воспроизведению их в самостоятельных высказываниях. Важно отметить, что все лексические единицы замыкаются рамками созданного корпуса предложений и определенного набора текстов на профессиональную тематику. Это способствует систематическому усвоению и повторению материала в различных уроках посредством выполнения заданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бим И.Л.* Методика обучения иностранным языкам как наука и проблемы школьного учебника. М.: Просвещение, 1977. 268 с.
2. *Борозенец Г.К.* Интегративный подход к формированию коммуникативной компетентности студентов неязыковых вузов средствами иностранного языка : дис. ... д-ра пед. наук. Тольятти, 2005. 423 с.
3. *Образцов П.И., Иванова О.Ю.* Профессионально-ориентированное обучение иностранному языку на неязыковых факультетах вузов: учебное пособие / под ред. П. И. Образцова. Орел: ОГУ, 2005. 158 с.
4. *Орлова Е.В.* Английская коллокация в условиях интерференции: Автореф... дис. канд. филол. наук. Иваново: ИВГУ, 2010. 24 с.
5. *Попова Н. В.* Современный статус междисциплинарного учебника по иностранному языку для студентов неязыкового вуза // Науч.-техн. ведомости СПб ГПУ. 2010. Вып. 1 (105). С. 132–138.
6. *Свирина О. Л.* Об обучении английским лексическим блокам // Филология и культура. 2012. № 3 (29). С. 282–285.
7. *Тюрина С.Ю.* Современный учебник в процессе иноязычной подготовки магистрантов в техническом вузе // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. С.16–19
8. *Lewis M.* The Lexical approach. The State of ELT and a Way Forward. 1993.
9. *Lewis, Michael* (2000). Language in the lexical approach. In *Teaching Collocation: Further Developments In The Lexical Approach*, Michael Lewis (ed.), 126-154. Hove: Language Teaching Publications.
10. *Schmitt N.* Key Concepts in ELT: Lexical Chunks // *ELT Journal*. 2000. № 54 (4). С. 400–401.
11. *Sethi D.* Lexical Approach: Revisiting English Language teaching by Putting Theories into Practice // *Research on Humanities and Social Sciences. Selected from International Conference on Recent Trends in Applied Sciences with Engineering Applications*. 2013. Vol. 3. № 8.

УДК 37.013.75

*Е. А. Шварев, Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина, Е. П. Коноваленко, А. М. Мочалов,
Е. В. Дружинина*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПОСРЕДСТВОМ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Аннотация: проанализировано понятие учебной мотивации, исследована возможность повышения эффективности учебного процесса посредством использования электронных средств в учебном процессе.

Ключевые слова: современные образовательные технологии, учебная мотивация, электронные средства обучения.

*E. A. Shvarev, T. A. Mochalova, O. E. Storonkina, E. P. Konovalenko, A. M. Mochalov,
E. V. Druzhinina*

MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES AS A METHOD OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF LEARNING ACTIVITIES BY STIMULATING THE COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS

Abstract: the concept of educational motivation is analyzed, the possibility of increasing the efficiency of the educational process through the use of electronic means in the educational process is investigated.

Keywords: modern educational technologies, educational motivation, electronic teaching aid.

Эффективность образовательного процесса зависит от множества факторов, как объективных, так и субъективных. Наряду с такими важными факторами, как квалификация преподавателя, материально-техническая и учебно-методическая обеспеченность учебного процесса важнейшую роль в достижении результатов обучения играет мотивация обучающихся и степень их заинтересованности в процессе изучения конкретных учебных дисциплин. Безусловно, повышение уровня мотивации обучающихся и поддержание ее на высоком уровне является одной из важнейших задач преподавателя.

Следует отметить, что в педагогике существует множество взглядов на структуру образовательной мотивации.

Например, согласно мотивационной концепции Б. И. Додонова [1] в структуре образовательной мотивации можно выделить четыре структурные компонента:

- удовольствие от самой деятельности;
- значимость для личности непосредственного ее результата;
- «мотивирующая» сила вознаграждения за деятельность;
- принуждающее давление на личность.

Введение и обоснование понятия «образовательная мотивация» изложены в работе Л. С. Илюшина [2]. В ней показано, что в педагогической науке понятие образовательной мотивации до «настоящего времени» не рассматривалось, так как иным было понимание термина образование, имела место искусственная «замкнутость» мотивационного поля личности категориями учебной и познавательной мотивации.

Мы предлагаем выделить следующие структурные элементы (уровни) в контексте рассмотрения понятия «мотивация к обучению». К первому уровню можно отнести стремление к приобретению компетенций, необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности. Ко второму уровню отнесем стремление к освоению учебного материала с целью последующего успешного прохождения промежуточно аттестации (экзамены, зачеты). К третьему уровню можно отнести заинтересованность обучающихся при освоении учебного материала, обусловленную потребностью индивида к получению новой информации. Дифференцировав понятие мотивации таким образом, можно воздействовать на конкретный уровень, тем самым повышая эффективность процесса обучения. Если для воздействия на два первых уровня мотивации необходимо добиться осознанного понимания обучающимися необходимости освоения рассматриваемого учебного материала, то третий уровень вероятно лежит в сфере подсознательного и для воздействия на него необходимо заинтересовать обучающихся путем представления предлагаемого для изучения материала в той форме, которая бы была интересна обучающимся.

Для современного общества характерна приобретенная в результате повсеместной гаджетизации привычка к доступности информации (возможность ее получения практически в любое время и в любом месте), а также стремление к получению информации в наиболее привычном и удобном электронном формате. Весьма вероятно, что один и тот же учебный материал, представленный традиционными средствами (учебники и учебные пособия в печатной форме), будет воспринят обучающимися хуже, чем тот же материал в электронном формате (электронные учебные пособия с возможностью навигации от содержания к разделам и между разделами, интерактивные учебные курсы).

С целью сравнения эффективности традиционных и интерактивных средств обучения нами был проведен педагогический эксперимент. В эксперименте принимали участие две группы обучающихся – экспериментальная и контрольная.

Каждому обучающемуся обеих групп был задан ряд вопросов на предмет знания учебного материала с последующим оцениванием. Для обучающихся сам факт того, что они принимают участие в педагогическом эксперименте оставался неизвестным.

Затем обучающимся было выдано задание для самостоятельного изучения отдельного вопроса. Контрольной группе было предложено изучить вопрос с помощью учебного пособия в печатной форме, а экспериментальной – использовать интерактивный электронный курс. На следующем занятии было проведено контрольное тестирование, результаты которого приведены в таблице. Результаты эксперимента были проанализированы с помощью критерия Крамера-Уэлча [3].

Таблица. Результаты опроса обучающихся до и после проведения педагогического эксперимента

	контрольная группа (до эксперимента)	экспериментальная группа (до эксперимента)	контрольная группа (после эксперимента)	экспериментальная группа (после эксперимента)
Кол-во «5»	0	0	0	2
Кол-во «4»	4	4	6	14
Кол-во «3»	6	4	8	4
Кол-во «2»	10	12	6	0

Было вычислено эмпирическое значение критерия Крамера-Уэлча по формуле (1) путем сравнения контрольной и экспериментальной групп до и после эксперимента:

$$T_{эмт} = \frac{\sqrt{M \cdot N} \cdot |\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{M \cdot D_x + N \cdot D_y}} \quad (1)$$

В результате проведенных расчетов исходное эмпирическое значение $T_{эмт}$ получилось равным 0,27 (меньше критического значения $T_{0,05} = 1,96$), что позволяет говорить о совпадении характеристик контрольной и экспериментальной групп.

После проведенного педагогического эксперимента было получено значение $T_{эмт}$ равное 2,58 (больше критического значения $T_{0,05} = 1,96$), что свидетельствует о достоверности различий между контрольной и экспериментальной группами.

Помимо преимуществ электронных образовательных ресурсов перед текстовыми, связанными с повсеместной цифровизацией и гаджетизацией, важным аспектом является возможность их использования курсантами и студентами в любое удобное для них время. Это особенно актуально для образовательных учреждений пожарно-технического профиля, для которых характерно отвлечение определенного количества обучающихся на выполнение специфических и как правило несвойственных для гражданских образовательных учреждений задач. Также очень важной является возможность обратной связи с преподавателем в рамках освоения учебного материала в формате вопрос-ответ, либо возможность выполнения заданий в режиме реального времени.

Анализ результатов проведенного педагогического эксперимента показывает наличие более высокой степени эффективности применения в процессе обучения интерактивных средств обучения по сравнению с традиционными, обусловленной максимальной вовлеченностью обучающихся в процесс обучения, когда сама форма представления учебного материала стимулирует познавательную деятельность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Додонов Б. И. Эмоции как ценность. М., 1978.
2. Илюшин Л. С. Образовательная мотивация: теория и методология исследования. Монография. СПб.: Издательство БАН, 2002.
3. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). М.: МЗ-Пресс, 2004. 67 с.

УДК 373.5: 004.77

Е. А. Шмелева¹, П. А. Кисляков², Е. А. Ананьева³

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²ФГБОУ ВО Российский государственный социальный университет

³ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Аннотация: Основной целью цифровизации образования считается введение передовых информационных ресурсов и технологий в образовательный процесс, обеспечивающий формирование качественных результатов образования. Это значит, что требуются организационные

перемены по всем направленностям работы образовательного учреждения, обеспечивающие использование передовых технологий в учебной, воспитательной, методической и управленческой работе; организация информационной образовательной среды учреждения. Цель исследования – оценка возможностей социальных сетей как средства коммуникационного взаимодействия педагога и обучающихся.

Ключевые слова: социальные сети, педагоги, обучающиеся, коммуникационное взаимодействие, цифровые образовательные ресурсы, риски.

E. A. Shmeleva, P. A. Kislyakov, E. A. Ananieva

SOCIAL NETWORKS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract: The main goal of digitalization of education is the introduction of advanced information resources and technologies into the resource of the educational process, ensuring the formation of qualitative results of education. It means that the organizational changes on all orientations of work of educational institution providing use of advanced technologies in educational, educational, methodical and administrative work are required; Organization of information educational environment of the institution. The purpose of the study is to evaluate the possibilities of social networks as a means of communication between teachers and students.

Keywords: social networks, teachers, students, communication interaction, digital educational resources, risks.

Введение. В современном цифровом мире с каждым днем все более активно происходит внедрение информационных технологий в образование. Одним из методов коммуникации в цифровом образовательном процессе выступают социальные сети.

Актуальность избранной проблемы исследования обусловлена популярностью среди подростков и молодежи социальных сетей, а также возможностью использования их в образовательном процессе. Особую значимость подтверждает наличие в профессиональном стандарте педагога трудовых действий по формированию у обучающихся навыков поведения в мире виртуальной реальности и социальных сетях, компетентности педагога в закономерностях поведения в социальных сетях. В «Основах государственной молодежной политики РФ на период до 2025 года» указано, что необходимо более эффективно использовать информационные ресурсы для того, чтобы обеспечить более успешную интеграцию подрастающего поколения и молодежи в обществе.

Цель. Цель исследования - оценка востребованности социальных сетей как цифрового образовательного ресурса в коммуникационном взаимодействии педагога и обучающихся.

Методы исследования: опрос в сети Интернет, анализ процентных соотношений, качественный анализ. В эмпирическом исследовании участвовало 36 педагогов, имеющих стаж работы от 5 до 25 лет, 74 обучающихся в возрасте 10-18 лет. Практически половина опрошенных педагогов имеют педагогический стаж более 25 лет и пятая часть – стаж от 15 до 25 лет. Это педагоги, обладающие большим опытом работы, что позволяет считать их ответы на вопросы анкеты объективными. Вместе с тем, всего лишь пятая часть участников опроса относится к категории «молодые педагоги», чьи информационные навыки в большей степени удовлетворяют требованиям к ИКТ-компетенциям.

Под термином «социальная сеть» в области информационных технологий понимают интерактивный многопользовательский веб-сайт, контент которого наполняется самими участниками сети. Это партисипационная медиасистема, сделавшая возможной коммуникацию между миллионами пользователей по всему миру. Но согласно «классическому» определению Д. Бойд [9], социальные интернет-сети - это «сетевые услуги, которые позволяют частным лицам строить общественные или полуофициальные профили в пределах ограничений, наложенных системой, определять список других пользователей, с которыми они могут общаться и делиться информацией, просматривать и связывать их список контактов с другими, созданными пользователями внутри системы».

В социологии термин «сеть» используется для обозначения «социальных отношений между индивидуальными единицами анализа» [7]. В общеподлинном подходе под социальной сетью понимают «множество социальных объектов и определенное множество отношений между ними» [6]. В цифровой же среде название «социальная сеть» получили площадки, позволяющие зарегистрированным пользователям размещать информацию и вступать в коммуникацию с другими пользователями, формируя таким образом социальные связи и уникальное цифровое социокультурное пространство.

Образовательный ресурс социальных сетей заключается в том, что они могут использоваться для популяризации достижений культуры и науки, для реализации образовательных проектов и для обеспечения профессиональной ориентации учащихся всех уровней образования [1]. Значение социальных сетей для обучения и развития еще недостаточно оценено: многие методисты и педагоги скептически относятся к использованию этого объекта информационных технологий в качестве педагогического средства обучения [2, 5]. Обычно, социальные сети используются как среда для проведения времени и развлечений. Тем не менее, в педагогической деятельности в социальных сетях можно эффективно организовать командную работу путем распределения среди групп, проектных мероприятий, мобильное непрерывное образование и самообразование, сетевое общение людей, находящихся в разных странах. Социальные сети вовлекают человека не только как реципиента, но и как активного генератора контента.

Преимуществами использования социальных сетей в качестве учебной площадки является ряд факторов [8]:

- привычная среда для учащихся;
- в социальной сети человек выступает под своим именем-фамилией;
- технология Wiki позволяет всем участникам сети создавать сетевой учебный контент;
- возможность совместной работы;
- наличие форума, чата;
- каждый ученик – участник может создать свой блог;
- активность участников прослеживается через ленту друзей;
- удобно использовать для проведения проекта;
- пригодны в качестве портфолио как для ученика, так и для учителя.

Изложение основного материала исследования. С целью изучения использования социальных сетей в образовательном процессе как средства педагогического взаимодействия нами было проведено эмпирическое исследование с использованием Google-форм и опроса в сети Интернет.

Половина педагогов отметили, что активно пользуются социальными сетями и считают, что они могут быть полезны. Вместе с тем 14% опрошенных отмечают, что социальные сети могут быть небезопасными, а иногда и бессмысленной тратой времени.

97% участников опроса ответили, что они зарегистрированы в социальных сетях. Наиболее популярными социальными сетями среди педагогов оказались сети «ВКонтакте», Одноклассники и Instagram, в них зарегистрировано более 60% опрошенных. Основными целями использования педагогами социальных сетей является общение с родными и друзьями (63,9%), общение с коллегами по работе (41,7%). Лишь пятая часть педагогов использует социальные сети для общения с обучающимися. Самым актуальным устройством для выхода в социальные сети является собственный телефон. На это указали почти 70% педагогов. Вместе с тем 28% учителей выходят в социальные сети через рабочий компьютер.

Самыми популярными электронными образовательными ресурсами у педагогов являются электронный журнал и дневник. Их используют 80,6% учителей, при этом 75% педагогов использует его ежедневно. Следует отметить, что ведение электронного журнала и дневника является обязательным элементом деятельности педагога, по-видимому, у 19,4% имеются существенные трудности в работе с электронными версиями журнала и дневника.

Особую озабоченность вызывает тот факт, что почти 11% учителей вообще не используют электронный журнал и дневник.

Всего лишь 16,7% педагогов указали, что используют в своей работе дистанционные образовательные программы, а 5,6% не используют их вообще. 39% учителей отметили, что в их образовательных организациях не используются электронные учебники. 33% учителей представляют организации, которые используют и бумажную, и электронную версию учебников. Только 25% педагогов используют в своей работе электронные учебники.

64% педагогов используют социальные сети, мессенджеры для обсуждения и (или) принятия общеклассных решений, 69% педагогов в социальных сетях обсуждают и (или) принимают решения с родителями обучающихся. Почти треть опрошенных знакомятся с нормативными документами в социальных сетях. Это означает, что педагоги подписаны и используют социальные сети как информационный источник. Наименьшей популярностью пользуется прием работ для проверки в электронном виде.

63,9% педагогов с использованием социальных сетей уточняют учебные вопросы, 27,8% педагогов отметили, что обучающиеся узнают домашнее задание. Так как практически треть обучающихся узнают домашнее задание, можно предположить, что они не имеют или не используют электронный дневник. 11,2% педагогов не используют социальные сети для общения со своими учениками.

97% педагогов отметили, что используют образовательные Интернет-ресурсы. Самыми популярными образовательными ресурсами для учителей являются ФИПИ (66,7%), ИнтернетУрок (50%), УРОК.РФ (38,9%) и другие. Данные ресурсы популярны, так как на большинстве из них (ФИПИ, УРОК.РФ, ИнтернетУрок и др.) представлены материалы к ВПР, ОГЭ и ЕГЭ, тематические материалы к урокам (рис. 1).



Рис. 1. Использование педагогами образовательных ресурсов

Самыми востребованными среди педагогов возможностями социальных сетей является использование в подборе заданий для подготовки обучающихся к ВПР, ОГЭ, ЕГЭ (44,4%), отслеживание новых методических разработок (41,7%), в организации подготовки обучающихся к ВПР, ОГЭ, ЕГЭ (33,3%), в контроле и оценивании результатов обучения (16,7%), использовании в профессиональном росте (19,4%).

Обобщив результаты опроса, можно сделать вывод о том, что социальные сети достаточно активно используются педагогами в образовательном процессе как с целью передачи информации обучающимся и их подготовки к ВПР, ОГЭ и ЕГЭ, так и с целью самообразования, обучения на дистанционных программах. Социальные сети предоставляют педагогам площадку для коммуникационного взаимодействия с родителями при обсуждении общеклассных вопросов, а с обучающимися — при обсуждении учебных вопросов.

Самыми популярными для обучающихся социальными сетями являются «ВКонтакте»

(95%), Instagram (69%) и Одноклассники (51%). Если социальные сети «ВКонтакте» и Instagram используются большей частью молодежи для обозрения своей жизни, то «Одноклассники» используются чаще всего для общения с родственниками.

В качестве основных целей использования социальных сетей обучающихся называют общение с друзьями и одноклассниками (91%) и поддержку связи с родственниками (28%), что и подтверждает одну из функций социальных сетей (общение). 21% опрошенных школьников используют сети для игр и развлечений, что выражает другую функцию социальных сетей (развлечения). Пятая часть опрошенных использует социальные сети для общения с педагогами.

Из электронных образовательных ресурсов обучающимися наиболее часто используется электронный журнал и дневник (47%), т.к. там удобно узнавать домашнее задание. Однако, значительная часть школьников (37%) не используют электронные образовательные ресурсы. 91% школьников отметили, что социальные сети и мессенджеры используются ими для обсуждения и (или) принятия общеклассных решений, а 5% респондентов спрашивают совета в личных проблемах. Школьники считают, что в социальных сетях беседы более организованы, участники видят ответы друг друга, что удобно для подведения итогов и решений.

Чаще всего обучающиеся общаются с учителями в социальных сетях для уточнения учебных вопросов (67%) и домашнего задания (39%). По-видимому, школьникам проще и удобнее уточнить вопросы с педагогом в социальной сети, чем в электронном дневнике или при личной встрече.

Наиболее популярными образовательными ресурсами у школьников являются «Школьные знания» (52%) и «Сдам ОГЭ»/ «Решу ЕГЭ» (52%) (рис.2). При этом школьники отмечают, что «Школьные знания» хороший ресурс для того, чтобы узнать решение заданий, которые вызывают затруднения, а «Сдам ОГЭ»/ «Решу ЕГЭ» - ресурсы для подготовки к экзаменам, решение прототипов заданий и вариантов.

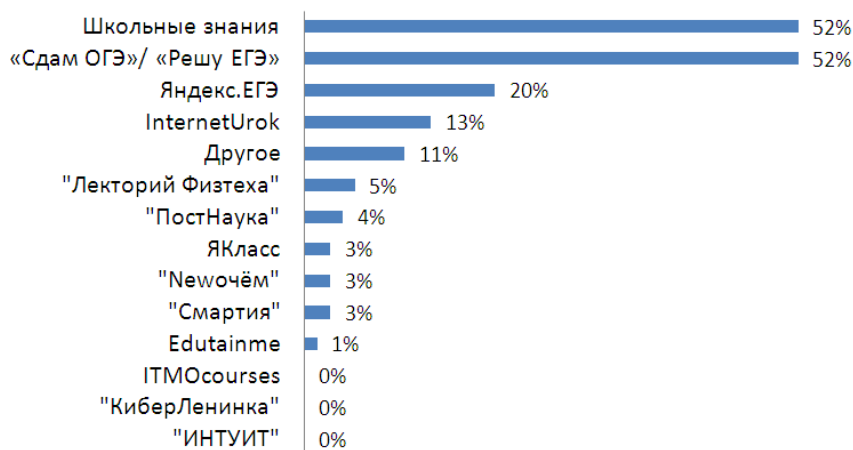


Рис. 2. Использование обучающимися образовательных ресурсов

Самыми главными рисками в использовании социальных сетей в образовании и по мнению педагогов, и по мнению обучающихся являются недостоверная информация (36%), контакты с неизвестными людьми (27%) и непроверенный контент (20%).

Социальные сети в образовательном процессе дают много возможностей, но самыми востребованными из них для школьников являются использование в подборе заданий для подготовки к ВПР, ОГЭ, ЕГЭ (69%), поиске информации для решения задач (47%), поиске репетитора и удаленных занятиях с ним (17% и 17%). Являясь объединением многих образовательных ресурсов, цель которых сбор заданий для подготовки к ВПР, ОГЭ и ЕГЭ, социальные сети выполняют роль самообразовательного ресурса.

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод о том, что социальные сети педагоги и обучающиеся используют в целях коммуникационного взаимодействия друг с другом, с другими педагогами, друзьями и родственниками. Социальные сети популярны для самообразования (дистанционные олимпиады, дистанционные курсы и др.). Обе группы респондентов используют Интернет-ресурсы и социальные сети для подготовки к ВПР, ОГЭ, ЕГЭ и урокам. При использовании социальных сетей возникают риски недостоверной информации, общения с незнакомцами и неконтролируемой траты времени.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. В ходе исследования нами были выработаны рекомендации по использованию различных форм коммуникационного взаимодействия в социальных сетях:

- экскурсии, не выходя из класса, с использованием программы Skype, а также виртуальные экскурсии и т.д.;
- связь с другими классами независимо от их местоположения в онлайн-режиме;
- общение с родителями через социальные сети и мессенджеры;
- общение с другими учителями для обмена опытом, публикации о новых идеях, советах и методиках в популярных группах и социальных сетях ВКонтакте, Facebook, LiveJournal:
- опубликовывание постов для обучающихся, пропустивших уроки;
- транслирование урока в режиме реального времени посредством, например, сервиса Twitter для интерактивного распространения речи в режиме реального времени;
- использование интерактивных сайтов и социальных сетей для профориентации обучающихся;
- использование социальных сетей как взаимодействие для создания совместных проектов с обучающимися;
- участие в различных конкурсах, викторинах вместе с обучающимися.

Обобщив риски, которые обозначали педагоги и школьники в ходе эмпирического исследования, считаем целесообразным рекомендовать педагогу следовать ряду советов [3, 4, 10].

Установите правила. Напишите «верхний пост» о том, что можно и нельзя делать на своем сайте. Таким обращением, во-первых, будут заданы основы культурного общения, а во-вторых, предупреждение о том, содержание внимательно отслеживается.

Ограничьте личную информацию и доступ к публикациям с личным содержанием. Личные данные могут быть недоступны для общественности и могут быть просмотрены только теми, кого вы выберете.

Не пытайтесь решать реальные проблемы с помощью социальных сетей. В случае конфликта или недопонимания лучше позвонить или встретиться с кем-то.

Публикуйте информацию о ваших учениках только с их *согласия*.

Публикуйте полезную информацию. Это могут быть ссылки на всевозможные школьные публикации, статьи по детской психологии и примеры домашних заданий к экзамену - все, что может помочь ученикам и их родителям.

Рекомендуйте обучающимся использовать *надежные порталы, сайты* и общаться с проверенными и знакомыми пользователями.

Практическая значимость исследования заключается в том, что материалы данного исследования могут применяться учителями в образовательных учреждениях. Социальные сети возможно использовать педагогами как средство коммуникации с обучающимися, так для применения социальных сетей и Интернет-ресурсов в образовательном процессе. Популярность и востребованность социальных сетей будет возрастать, что ставит задачи дальнейшей разработки использования их потенциала в образовательном взаимодействии педагогов и обучающихся.

Статья подготовлена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых (№МД-83.2020.6)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Браславец Л. А.* Интернет-сервисы социальных сетей в современной системе средств массовой информации: автореф. дис. ... канд. филол. наук. – Воронеж, 2010 – 169 с.
2. *Брянцева А. В., Брянцева М. В.* Современная молодежь и социальные сети // Теоретические и прикладные проблемы современной науки и образования: ма-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Курск, (27–28 марта 2015 г.). – Ч. II. – Курск, 2015 – С. 38–42.
3. *Кисляков П. А., Шмелева Е. А.* Медиаобразование в обучении студентов обеспечению информационной и психологической безопасности // Медиаобразование. № 1. С. 107-109.
4. *Кисляков П. А., Шмелева Е. А.* Цифровой гендерный разрыв как фактор риска социальной безопасности российского общества // Женщина в российском обществе. 2018. № 3 (88). С. 14-25.
5. *Михайлов В. Ю., Гостев В. М.* Информационно-коммуникационные технологии в реализации современных педагогических методик: учеб.-метод. пособие по направлению «Электронные образовательные ресурсы». – Казань: КГУ, 2008 – 34 с.
6. *Патаракин Е. Д.* Социальные сервисы Веб 2.0 в помощь учителю: уч.-метод. пос. 2-е изд. М.: Интуит.ру, 2007.
7. *Филимонов Г. Ю., Цатурян Г. А.* Социальные сети как инновационный механизм «мягкого» воздействия и управления массовым сознанием // «Политика и общество». М. Nota Bene, 2012. С. 65–75.
8. *Харитонов В. И., Шестакова Р. Е.* Информационные технологии как средства коммуникации студентов и преподавателей в образовательном процессе // Учебный эксперимент в образовании. 2019. № 3 (91). С. 67-72.
9. *Boyd D., Ellison N. B.* Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship // Journal of Computer-Mediated Communication. - No 13(1), 2007.
10. *Kislyakov P. A., Shmeleva E. A., Belyakova N. V., Romanova A. V.* Threats to the Social Safety of Educational Environment in the Russian Schools. Ponte. 2016. Т. 72. №12. С. 355-363.

РАЗДЕЛ 4.
ИНФОРМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 512.81+517.22

С. Л. Блюмин, Г. С. Боровкова, А. С. Сысоев

ФГБОУ ВО Липецкий государственный технический университет

КОНЕЧНЫЕ ПРИРАЩЕНИЯ И КВАНТОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ

Аннотация: Рассмотрены взаимосвязи между анализом конечных изменений и квантовым анализом. Предварительно установлены выражения полных конечных приращений функций нескольких переменных через их частные приращения. С использованием этих выражений получены представления полных конечных приращений через квантовые производные.

Ключевые слова: анализ конечных изменений, квантовый анализ и производные, функции нескольких переменных, полные и частные приращения.

S. L. Blyumin, G. S. Borovkova, A. S. Sysoev

FINITE INCREMENTS AND QUANTUM DERIVATIVES

Abstract: Interconnections between finite fluctuations analysis and quantum analysis are considered. Expressions of several variables functions total finite increments by its partial increments are established beforehand. Representations of total finite increments by quantum derivatives are obtained with use of such expressions.

Keywords: finite fluctuations analysis, quantum analysis and derivatives, several variables functions, total and partial increments.

Анализ конечных изменений является актуальным направлением прикладной математики. Его возникновение мотивировалось актуальным и в настоящее время переходом к рыночной экономике, когда, в отличие от плановой экономики, изменения экономических показателей стали не малыми, но оставались конечными. Именно в связи с этим возник продиктованный производственными проблемами лагранжев экономический факторный анализ [1], который находит приложения не только в экономике, но и в других актуальных областях [2,3] и к настоящему времени оформился в лагранжев анализ конечных изменений [4].

С другой стороны, с конечными приращениями функций тесно связан квантовый анализ [6], подсказанный, среди прочих, также актуальными физическими приложениями. Во Введении к [6] сказано: «Представим обычную производную D функции $f(x)$ как предел

$$Df(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} \quad (1)$$

Что произойдет, если мы не станем переходить к пределу и, более того, зафиксируем $h \neq 0$?»

Тем самым предлагается считать h не бесконечно малым, а конечным, что вполне соответствует подходу анализа конечных изменений. Допредельное выражение обычной производной называется в [6] квантовой h -производной

$$D_h f(x) = \frac{f(x+h) - f(x)}{h} ; \quad (2)$$

развивается квантовый h -анализ, в котором в качестве производной используется именно квантовая h -производная D_h . В таком анализе вместо дифференциала $df(x)$ используется конечное приращение $\Delta f(x) = f(x + \Delta x) - f(x)$ со всеми вытекающими из этого последствиями, составляющими анализ конечных изменений.

В классическом математическом анализе точное выражение конечного приращения функции через ее обычную производную основано на теореме Лагранжа о среднем (о промежуточной точке, на формуле конечных приращений).

Цель данной работы – представить точные выражения полного конечного приращения функции через ее квантовые производные.

Для этого предварительно представим выражения полных конечных приращений функций одного и нескольких переменных через их частные приращения. С использованием понятных обозначений приведем простейшие примеры:

- функция одного переменного

$$y = f(x) , \quad (3)$$

ее приращение

$$\Delta f(x) = f(x + \Delta x) - f(x) = \Delta y ; \quad (4)$$

- функция двух переменных

$$y = f(x_1, x_2) , \quad (5)$$

выражение ее полного приращения через частные приращения 1 и 2 порядков

$$\begin{aligned} \Delta f(x_1, x_2) &= f(x_1 + \Delta x_1, x_2 + \Delta x_2) - f(x_1, x_2) = \\ &= f(x_1 + \Delta x_1, x_2 + \Delta x_2) - f(x_1, x_2 + \Delta x_2) + f(x_1, x_2 + \Delta x_2) - f(x_1, x_2) = \\ &= \Delta_1 f(x_1, x_2 + \Delta x_2) + \Delta_2 f(x_1, x_2) = \\ &= \Delta_1 f(x_1, x_2 + \Delta x_2) - \Delta_1 f(x_1, x_2) + \Delta_1 f(x_1, x_2) + \Delta_2 f(x_1, x_2) = \\ &= \Delta_1 f(x_1, x_2) + \Delta_2 f(x_1, x_2) + \Delta_1 f(x_1, x_2 + \Delta x_2) - \Delta_1 f(x_1, x_2) = \\ &= \Delta_1 f(x_1, x_2) + \Delta_2 f(x_1, x_2) + \Delta_2 \Delta_1 f(x_1, x_2) ; \end{aligned} \quad (6)$$

- функция трех переменных

$$y = f(x_1, x_2, x_3) , \quad (7)$$

выражение ее полного приращения через частные

$$\Delta f(x_1, x_2, x_3) = f(x_1 + \Delta x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3) - f(x_1, x_2, x_3) =$$

$$= [f(x_1 + \Delta x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3) - f(x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3)] + [f(x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3) - f(x_1, x_2, x_3)] = I + II, \quad (8)$$

$$I = [f(x_1 + \Delta x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3) - f(x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3)] = \Delta_1 f(x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3) = [\Delta_1 f(x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3) - \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3)] + [\Delta_1 f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3)] = III + IV, \quad (9)$$

$$III = [\Delta_1 f(x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3) - \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3)] = \Delta_2 \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3) = [\Delta_2 \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3) - \Delta_2 \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3)] + \Delta_2 \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3) = \Delta_3 \Delta_2 \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3) + \Delta_2 \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3) = III \quad (10)$$

$$IV = [\Delta_1 f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3)] = [\Delta_1 f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3) - \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3)] + \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3) = \Delta_3 \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3) + \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3) = IV \quad (11)$$

$$II = [f(x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3) - f(x_1, x_2, x_3)] = [f(x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3) - f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3)] + [f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3) - f(x_1, x_2, x_3)] = V + VI \quad (12)$$

$$V = [f(x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3) - f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3)] = \Delta_2 f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3) = [\Delta_2 f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3) - \Delta_2 f(x_1, x_2, x_3)] + \Delta_2 f(x_1, x_2, x_3) = \Delta_3 \Delta_2 f(x_1, x_2, x_3) + \Delta_2 f(x_1, x_2, x_3) = V \quad (13)$$

$$VI = [f(x_1, x_2, x_3 + \Delta x_3) - f(x_1, x_2, x_3)] = \Delta_3 f(x_1, x_2, x_3) = VI \quad (14)$$

Собирая результаты $I - VI$, то есть формулы (8) – (14), получаем представление полного приращения через частные приращения 1, 2 и 3 порядков

$$\Delta y = \Delta f(x_1, x_2, x_3) = \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3) + \Delta_2 f(x_1, x_2, x_3) + \Delta_3 f(x_1, x_2, x_3) + \Delta_2 \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3) + \Delta_3 \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3) + \Delta_3 \Delta_2 f(x_1, x_2, x_3) + \Delta_3 \Delta_2 \Delta_1 f(x_1, x_2, x_3). \quad (15)$$

С использованием этих выражений получим представления полных конечных приращений функций через их квантовые производные:
- функция одного переменного

$$y = f(x), \quad (16)$$

ее приращение

$$\Delta y = f(x + \Delta x) - f(x) = \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} \cdot \Delta x = D_{\Delta x} f(x) \cdot \Delta x; \quad (17)$$

- функция двух переменных

$$y = f(x_1, x_2), \quad (18)$$

ее полное приращение

$$\begin{aligned}
 \Delta y &= f(x_1 + \Delta x_1, x_2 + \Delta x_2) - f(x_1, x_2) = \\
 &= f(x_1 + \Delta x_1, x_2 + \Delta x_2) - f(x_1, x_2 + \Delta x_2) + f(x_1, x_2 + \Delta x_2) - f(x_1, x_2) = \\
 &= \frac{f(x_1 + \Delta x_1, x_2 + \Delta x_2) - f(x_1, x_2 + \Delta x_2)}{\Delta x_1} \cdot \Delta x_1 + \frac{f(x_1, x_2 + \Delta x_2) - f(x_1, x_2)}{\Delta x_2} \cdot \Delta x_2 = \\
 &= D_{\Delta x_1} f(x_1, x_2 + \Delta x_2) \cdot \Delta x_1 + D_{\Delta x_2} f(x_1, x_2) \cdot \Delta x_2 = \\
 &= D_{\Delta x_1} f(x_1, x_2) \cdot \Delta x_1 + D_{\Delta x_2} f(x_1, x_2) \cdot \Delta x_2 + \\
 &+ \{D_{\Delta x_1} f(x_1, x_2 + \Delta x_2) \cdot \Delta x_1 - D_{\Delta x_1} f(x_1, x_2) \cdot \Delta x_1\} = \\
 &= D_{\Delta x_1} f(x_1, x_2) \cdot \Delta x_1 + D_{\Delta x_2} f(x_1, x_2) \cdot \Delta x_2 + D_{\Delta x_2} D_{\Delta x_1} f(x_1, x_2) \cdot \Delta x_1 \cdot \Delta x_2; \quad (19)
 \end{aligned}$$

- функция трех переменных

$$y = f(x_1, x_2, x_3), \quad (20)$$

ее полное приращение

$$\begin{aligned}
 \Delta y &= \Delta f(x_1, x_2, x_3) = \\
 &= D_{\Delta x_1} f(x_1, x_2, x_3) \cdot \Delta x_1 + D_{\Delta x_2} f(x_1, x_2, x_3) \cdot \Delta x_2 + D_{\Delta x_3} f(x_1, x_2, x_3) \cdot \Delta x_3 + \\
 &+ D_{\Delta x_2} D_{\Delta x_1} f(x_1, x_2, x_3) \cdot \Delta x_1 \cdot \Delta x_2 + D_{\Delta x_3} D_{\Delta x_1} f(x_1, x_2, x_3) \cdot \Delta x_1 \cdot \Delta x_3 + \\
 &+ D_{\Delta x_3} D_{\Delta x_2} f(x_1, x_2, x_3) \cdot \Delta x_2 \cdot \Delta x_3 + D_{\Delta x_3} D_{\Delta x_2} D_{\Delta x_1} f(x_1, x_2, x_3) \cdot \Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \cdot \Delta x_3.
 \end{aligned} \quad (21)$$

В общем случае для функции n переменных

$$y = f(x), x \in \mathfrak{R}^n, \quad (22)$$

получаем представление

$$\begin{aligned}
 f(x + \Delta x) &= f(x) + \sum_{i=1}^n D_{\Delta x_i} f(x) \cdot \Delta x_i + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n D_{\Delta x_j} D_{\Delta x_i} f(x) \cdot \Delta x_i \cdot \Delta x_j + \\
 &+ \dots + D_{\Delta x_n} \dots D_{\Delta x_1} f(x) \cdot \Delta x_1 \cdot \dots \cdot \Delta x_n.
 \end{aligned} \quad (23)$$

Следует отметить, что в этом представлении присутствуют только смешанные частные квантовые производные и отсутствуют повторные; это роднит полученное представление с известным разложением Уолша, хотя по смыслу оно соответствует разложению Тейлора.

В заключение можно сделать вывод о том, что в данной работе положены основы установления взаимосвязей между анализом конечных изменений и квантовым h -анализом. Перспективы дальнейших научных разработок состоят в распространении этих взаимосвязей на квантовый q -анализ [6]. Перспективы дальнейших прикладных разработок состоят в определении потенциальных практических приложений полученных теоретических

результатов, в том числе при математическом моделировании и анализе проблем гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций, пожарно-спасательных операций и ликвидации последствий стихийных бедствий. Авторы данной работы имеют некоторый опыт подобного рода в иной, но в определенном смысле близкой области, а именно – в математическом моделировании взаимодействий сотрудников и подразделений органов внутренних дел, правда, иными методами, а именно – методами мультиагентно-мультикомандных систем [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Блюмин, С. Л.* Экономический факторный анализ / С. Л. Блюмин, В. Ф. Суханов, С. В. Чеботарев. – Липецк: ЛЭГИ, 2004. – 148 с.
2. *Блюмин, С. Л.* Применение теоремы Лагранжа о конечных приращениях для решения проблем управления транспортными системами / С. Л. Блюмин, А. С. Сысоев // Проблемы управления. - 2014. - № 1. - С. 82-87.
3. *Блюмин, С. Л.* Управление образовательной организацией с помощью рейтинговой системы / С. Л. Блюмин, Г. С. Боровкова // Вестник РГРТУ. – 2019. – № 2(67). – С. 55-60.
4. *Блюмин, С. Л.* Основы лагранжева анализа конечных изменений / С. Л. Блюмин, Г. С. Боровкова, К. В. Серова, А. С. Сысоев. – Липецк, ЛГТУ, 2016. – 81 с.
5. *Блюмин, С. Л.* Математическое моделирование взаимодействий сотрудников и подразделений органов внутренних дел методами мультиагентно-мультикомандных систем / С. Л. Блюмин // Математические методы и информационно-технические средства: Материалы 12 Всеросс. заочн. научн.-практ. конф. – Краснодар: КрУ МВД России, 2016. – С. 40- 43.
6. *Кац, В.* Квантовый анализ / В. Кац, П. Чен. – М.: МЦНМО, 2005. – 128 с.

УДК 004.89; 004.942

В. Б. Бубнов, Д. С. Репин, И. В. Хазова, И. А. Парасич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ В ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ВОДОПРОВОДАХ, РАБОТАЮЩИХ В ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Аннотация: Анализ существующих методов моделирования исследуемых нестационарных процессов показал, что их использование возможно только при допущениях, которые далеко не всегда соответствуют реальной физической картине. Установлено, что использование ячеечных моделей является наиболее эффективным подходом к моделированию подобных процессов. Приводится описание разработанной нелинейной ячейечной математической модели сложного процесса теплопроводности в составной кольцевой области противопожарного водопровода с учетом действия внутренних источников теплоты, фазовых переходов, изменения теплофизических свойств. На ее основе описан переходный тепловой процесс в поперечном сечении противопожарного водопровода в случае неподвижной и подвижной жидкости с учетом кинетики промерзания жидкости и тепловой изоляции. Математические модели исследуемых процессов могут быть полезны для разработки научно-обоснованных рекомендаций по повышению надежности эксплуатации наружных противопожарных водопроводов в природно-климатических условиях Арктики.

Ключевые слова: математическое моделирование, противопожарный водопровод, ячейечная модель, теплопроводность, тепловая изоляция, электрообогрев, аварийная ситуация.

V. B. Bubnov, D. S. Repin, I. V. Khazova, I. A. Parasich

APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING METHODS FOR DESCRIPTION OF PROCESSES IN FIRE-FIGHTING WATER PIPELINES OPERATING IN NATURAL CLIMATIC CONDITIONS OF THE ARCTIC

Abstract: Analysis of existing modeling methods of investigated non-stationary processes has shown that their use is possible only under assumptions that do not always correspond to the real physical picture. It has been found that the use of mesh models is the most efficient approach to modeling such processes. Description of developed nonlinear cellular mathematical model of complex process of thermal conductivity in composite circular area of fire-fighting water pipeline is given taking into account action of internal sources of heat, phase transitions, change of thermophysical properties. Based on it, a transitional thermal process is described in the cross section of a fire water supply system in the case of a stationary and mobile fluid, taking into account the kinetics of freezing and thermal insulation. Mathematical models of the processes under study can be useful for developing scientifically based recommendations for improving the reliability of operation of outdoor fire water pipelines in the climatic conditions of the Arctic.

Keywords: mathematical modeling, fire-fighting water supply, cellular model, thermal conductivity, thermal insulation, electrical heating, emergency situation.

«Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» [1] являются документом стратегического планирования в сфере обеспечения национальной безопасности России и разработаны в целях защиты национальных интересов страны.

В числе основных направлений реализации государственной политики Российской Федерации в Арктике - социальное и экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации, а также развитие ее инфраструктуры; развитие науки и технологий в интересах освоения Арктики; обеспечение защиты населения и территорий Арктической зоны Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Одной из основных задач в сфере обеспечения защиты населения и территорий Арктической зоны Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является осуществление научно-технического, нормативно-правового и методического сопровождения деятельности по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечению пожарной безопасности и безопасности на водных объектах в арктических условиях.

В природно-климатических условиях Арктики противопожарные водопроводы наружной прокладки функционируют в напряженных термических условиях. Когда происходит остановка перекачки воды по водопроводной линии, например в случае возникновения аварии, возможно промерзание теплоизоляции водопровода и замерзание воды в нем. Важными задачами при этом являются определение ресурса времени на выполнение ремонтных работ до замерзания транспортируемой воды и разработка рекомендаций по увеличению располагаемого периода времени.

Практический интерес представляет исследование и математическое описание сложных процессов в обогреваемых водопроводах, использующих электрические обогревающие элементы [2].

Рассматриваемые в данной работе процессы остывания и прогрева теплоизолированного трубопровода с жидкостью, который оборудован системой электрообогрева, сопровождающиеся фазовыми переходами в жидкости и слое изоляции, представляют собой весьма сложные нестационарные тепловые процессы. Исследование таких процессов с учетом всех особенностей работы противопожарных водопроводов в условиях Арктики, их математическое описание, требует грамотного подхода к выбору методов математического моделирования и является актуальной задачей.

Методики расчета исследуемого нестационарного процесса, применяющиеся в настоящее время, базируются на его представлении как квазистационарного процесса [3]. При этом используются балансовые уравнения, т.е. сумма теплоты, содержащейся в трубопроводе, заполненном жидкостью, в интервале температур от начальной до замерзания, и теплоты, которая выделяется при образовании замерзшего слоя жидкости объемом 25 % объема трубопровода, приравнивается к величине теплопотерь за расчетный период. Расчетные зависимости, полученные из теплового баланса, не описывают динамики теплофизических параметров слоя тепловой изоляции в исследуемый период, которая обусловлена изменением ее температуры, прежде всего при частичном ее промерзании. В природно-климатических условиях Арктики параметры окружающей среды могут меняться достаточно быстро и метод расчета с использованием этих уравнений не учитывает таких изменений. Колебания скорости ветра, температуры бывают весьма значительными и оказывают влияние на значение коэффициента теплоотдачи с поверхности тепловой изоляции.

Среди авторов математического описания фундаментальных закономерностей теплопереноса А.В. Лыкову принадлежит безусловное первенство.

При этом математическая модель представляет собой систему дифференциальных уравнений. Уравнения записаны в частных производных. Только в случае принятия ряда допущений возможно получить для таких уравнений аналитические зависимости, но эти допущения зачастую противоречат реальной физической картине моделируемого процесса [4]. К примеру, фазовые переходы, имеющие место при оттаивании и промерзании влажной теплоизоляции, внутренние источники теплоты за счет электрообогрева и другие явления не позволяют получать аналитические решения уравнения теплопроводности для описания тепловых процессов в поперечном сечении противопожарного водопровода. В связи с этими обстоятельствами, необходимы иные подходы с использованием численных методов решения.

Проанализируем, насколько подходит для описания исследуемых процессов традиционный метод расчета через теплоотдачу, базирующийся на обобщении экспериментальных данных и распространяющий подход к описанию теплоотдачи при движущейся жидкости на неподвижную жидкость. Конечно, в поперечном сечении остановленного неизотермического потока возникает естественная конвекция, влияющая на теплоотдачу, но ее доля по сравнению с передачей теплоты теплопроводностью невелика. При ламинарном движении жидкости в трубе вплоть до ее остановки теплоперенос можно рассчитывать или через теплопроводность, или через теплоотдачу, причем для такого потока существует теоретическая связь между коэффициентом теплоотдачи и параметрами теплопроводности. Кроме того, если ориентироваться на расчет через теплоотдачу, предсказать кинетику промерзания при изменяющихся теплофизических свойствах промерзшей части просто невозможно. Поэтому при разработке модели следует ориентироваться на чистую теплопроводность с изменяющимися теплофизическими свойствами сред, что будет вполне обоснованно.

Известны работы [5], в которых процессы изменения теплофизических параметров теплоизоляции вследствие насыщения ее влагой рассматриваются как нестационарные.

При создании математического описания тепло- и влагопереноса в теплоизоляции водопроводов считалось, что на внешней границе области решения объемная доля влаги численно равна открытой пористости теплоизоляционного материала.

Как показали полученные с использованием этих математических моделей результаты расчета полей температур в насыщенной влагой теплоизоляции трубопровода, данный подход, который основан на численном интегрировании дифференциальных уравнений теплопроводности, теплопроводности, и фильтрации, с учетом допущений, не позволяет получить решение, адекватное реальной ситуации.

Для математического моделирования процессов нестационарной теплопроводности с источниками теплоты используется уравнение теплопроводности, базирующееся на законе

теплопроводности Фурье. Оно относится к уравнениям в частных производных параболического типа [6]. Наиболее распространенными подходами решения неоднородного уравнения, относящегося к исследуемому случаю, являются метод Фурье и метод преобразования Лапласа.

Эффективно использован данный подход может для описания теплопроводности при наличии источников, если представляющее функцию плотности потока массы от внешних источников пространственное распределение является постоянным. В таком случае даже при изменяющейся во времени плотности источников в решении все операции легко выполняются, даже в случае использования численных процедур.

Иная ситуация, когда распределение источников в пространстве изменяется во времени, что и имеет место в случае описания движущегося источника- фазового перехода, который перемещается. Даже если использовать кусочно-постоянные функции источников, следует использовать начальное распределение на каждом временном шаге, которое будет конечным для шага предыдущего, т.е. раскладывать его в ряд Фурье. Его коэффициенты аналитически не могут быть определены. Необходимость их численного вычисления приводит как к временной, так и к пространственной дискретизации процесса. Это обстоятельство не дает аналитическому решению преимуществ по сравнению с численным решением.

Несмотря на внешние отличия, применение подхода на основе преобразований Лапласа сопровождается теми же трудностями, что и применение метода Фурье, т.к. данные трудности могут быть проанализированы еще на этапе проведения анализа самого дифференциального уравнения.

Наибольший интерес направлен на применение методов конечных разностей, статистических и других, т.е. численных. Использование метода конечных разностей на практике наиболее широко распространено благодаря наличию высокопроизводительных ЭВМ и, как следствие, отсутствия проблем со временем проведения расчетов. Однако при этом достаточно трудоемок и сложен процесс изучения устойчивости и сходимости получаемых решений. Также актуален вопрос, насколько универсальны полученные решения.

Процедура составления разностных уравнений часто оторвана от балансов тепла и массы, а именно на основе их были выведены исходные дифференциальные уравнения. Эти обстоятельства часто приводят к ошибкам в их построении.

Одним из успешно применяемых и наиболее эффективных подходов к математическому описанию подобных процессов является использование ячеечных моделей. Ячеечные математические модели и математический аппарат теории цепей Маркова [7], связанные с ними, играют важную роль среди таких подходов. Его основная особенность- балансовые уравнения записываются для элементарного объема. На уровне этого объема можно напрямую идентифицировать параметры моделей.

При этом основным оператором становится переходная матрица, описывающая изменение вектора состояния от одного момента времени к другому. Организованная совокупность значений моделируемой величины – вектор состояния становится при этом объектом описания. Введение нелинейных ограничений на уровне балансовых уравнений для отдельной ячейки наглядно, позволяет избежать ошибок в описании.

В работе [8] авторами предложена ячейчная нелинейная модель процесса взаимосвязанного тепло- и влагопереноса с внутренним источником влаги в плоской стенке, которая учитывает внутренний источник влаги, а также зависимость локальных коэффициентов переноса от локальной температуры и влагосодержания.

Основным математическим инструментом для описания исследуемых процессов в противопожарных водопроводах, работающих в природно-климатических условиях Арктики, был выбран именно этот подход.

Фазовые переходы, изменения теплофизических свойств, действие внутренних источников теплоты учтены в разработанной нелинейной ячеечной математической модели сложного процесса теплопроводности в составной кольцевой области. На основе модели предложено математическое описание переходного процесса в сечении противопожарного водопровода с подвижной, а также остановленной жидкостью, учитывающее кинетику промерзания как изоляции, так и самой жидкости.

Рассмотрим в составной кольцевой области осесимметричную теплопроводность, нестационарные краевые условия третьего рода. Фазовые переходы возможны внутри третьего кольца тепловой изоляции и внутри центрального круга жидкости (рис.1).

В рассматриваемой кольцевой области сектор с углом $\Delta\varphi$ при вершине выделен. Он разбит по радиусу на m_3 ячеек, которые имеют постоянную радиальную протяженность $\Delta r = R_3/m_3$ и средние радиусы $r_j = \Delta r(j - 0,5)$, $j = 1, 2, \dots, m_3$.

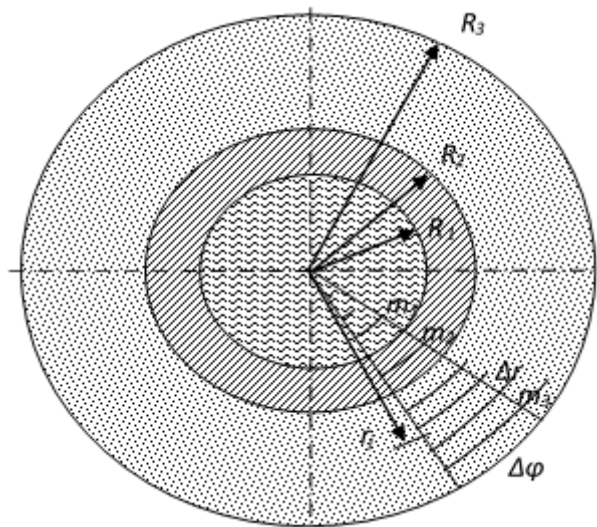


Рис. 1. Схема к расчету поперечного сечения трубопровода

При составлении балансовых уравнений следует учитывать специфику сформированной цепи ячеек, т.е. переменность их объема и поверхностей взаимодействия между ними. Векторами-столбцами размером $m_3 \times 1$ представлены теплофизические свойства ячеек. Например, $\lambda = \{\lambda_j\}$ – вектор коэффициентов теплопроводности, ρ – вектор плотностей, c – вектор теплоемкостей. Параметры теплофизического состояния ячеек представлены аналогичным образом в виде векторов содержания в ячейках: M_w – влаги, M_i – льда, t – вектор температур.

Через дискретные временные промежутки $\Delta\tau$ рассматривается состояние процесса в моменты времени $\tau_k = (k - 1)\Delta\tau$, где k – номер перехода во времени, представляет собой целочисленный аналог времени.

Задача математического описания заключается в описании изменения (эволюции) векторов состояния от начальных значений, которые задаются. Основными выражениями для процесса являются рекуррентные матричные равенства

$$t^{k+1} = P_t \cdot (t^k + \Delta t_e^k + f(t^k, t_p)), \quad (1)$$

$$Q^{k+1} = P_Q \cdot (Q^k + \Delta Q_e^k + \Delta Q_i^k) \quad (2)$$

где t^{k+1} , Q^{k+1} и t^k , Q^k – распределения по ячейкам текущее и последующее через промежуток времени $\Delta\tau$ температуры и теплоты, ΔQ_i^k и ΔQ_e^k – векторы от внутренних источников теплоты и внешних, (t^k, t_p) – корректировка температуры в случае наличия фазового перехода

с температурой t_p , Δt_e^k – изменение температуры, обусловленное действием внешних источников, P_Q – матрица переходных вероятностей для теплоты, P_t – матрица переходных вероятностей для температуры.

Главная диагональ матрицы P_Q содержит доли теплоты, остающейся в ячейках в период текущего временного перехода, а под ними содержатся доли теплоты, переходящей путем теплопроводности вправо, над ними – влево.

Объединив порядок построения матрицы для области кольцевой с однородными свойствами и для области прямоугольной со скачками свойств, эти доли можно рассчитать с использованием зависимостей:

$$P_{j-1,j}^k = \frac{\lambda_{j-1}^k}{c_j^k \rho_j^k} \left(1 - \frac{\Delta r}{2r_j} \right) \frac{\Delta \tau}{\Delta r^2}, \quad (3)$$

$$P_{j+1,j}^k = \frac{\lambda_j^k}{c_j^k \rho_j^k} \left(1 + \frac{\Delta r}{2r_j} \right) \frac{\Delta \tau}{\Delta r^2}, \quad (4)$$

$$P_{j,j}^k = 1 - P_{j-1,j}^k - P_{j+1,j}^k, \quad (5)$$

где в круглых скобках множители позволяют учесть разницу, возникающую в поверхностях рассматриваемых ячеек, через которые теплоперенос происходит справа и слева. Номера индексов коэффициента теплопроводности учитывают изменение свойств, когда происходит переход через границу зон различной теплопроводности.

В описываемом случае вектор изменения температуры от внешних источников Δt_e^k имеет ненулевые элементы для ячеек с номерами m_1+1 (теплоотдача от воды к внутренней стенке трубы) и m_3 (теплоотдача от наружной поверхности тепловой изоляции к окружающей среде). Данные элементы определяются по зависимостям

$$\Delta t_{e,m_1+1}^k = \frac{\alpha_w R_1 \Delta \varphi (t_w^k - t_{m_1+1}^k) \Delta \tau}{c_{m_1+1}^k \rho_{m_1+1}^k r_{m_1+1} \Delta r \Delta \varphi}, \quad (6)$$

$$\Delta t_{e,m_3}^k = \frac{\alpha_a R_3 \Delta \varphi (t_a^k - t_{m_3}^k) \Delta \tau}{c_{m_3}^k \rho_{m_3}^k r_{m_3} \Delta r \Delta \varphi}, \quad (7)$$

где t_{wk} и t_{ak} – переменные температуры воды и окружающего воздуха, α_w и α_a – коэффициенты теплоотдачи от воды к стенке водопровода и от наружной поверхности тепловой изоляции к воздуху.

Функция $f(t^k, t_p)$ учитывает фазовые переходы. При охлаждении j -й ячейки $t_j^{k+1} < t_j^k$ и $t_j^{k+1} < t_p$ и $M_{ij}^k < M_{w0j}$ (не вся влага в j -й ячейке замерзла), принимается, что $t_j^{k+1} = t_p$, а теплота $\Delta Q_{pj}^k = c_j^k \rho_j^k (t_j^{k+1} - t_j^k) r_j \Delta r \Delta \varphi$ идет на формирование льда, масса которого в конце перехода

$$M_{ij}^{k+1} = M_{ij}^k + \Delta Q_{pi}^k / q_p, \dots \quad (8)$$

где q_p – удельная теплота замерзания влаги. Если окажется, что после очередного перехода $M_{ij}^k < M_{w0j}$ (вся влага замерзла), то M_{ij}^{k+1} принимается равной M_{w0j} . В этом случае в ячейке фазовый переход заканчивается, а дальнейшее изменение теплоты и температуры контролируется матрицей теплопроводности. При нагреве ячейки, которая содержит твердую фазу, происходит противоположный процесс таяния льда.

При изменении фазового состояния влаги в ячейках их теплофизические свойства меняются. В этом случае в модели в зоне изоляции появляется окружность переменного

радиуса. Она делит зоны с капельной и замерзшей влагой. Векторы теплофизических свойств при этом проверяются на каждом временном переходе и осуществляется их корректировка.

Уравнения (1) – (8) с представленными выше дополнительными действиями полностью описывают нелинейную нестационарную теплопроводность в кольцевом сечении.

Созданные математические модели могут быть использованы для разработки научно-обоснованных рекомендаций по повышению тепловой эффективности и надежности эксплуатации наружных противопожарных трубопроводов в природно-климатических условиях Арктики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года», утв. Указом Президента РФ от 05.03.2020 № 164.

2. Елин Н. Н., Бубнов В. Б., Комельков В. А., Самойлов Д. Б. Использование электрообогрева для повышения надёжности эксплуатации противопожарных водопроводов в районах Крайнего Севера // Технологии техносферной безопасности. – 2019.- Вып. 2 (84). – С. 108-118. DOI: 10.25257/TTS.2019.2.84.108-118

3. Тепловая изоляция: справочник / под ред. Г. Ф. Кузнецова. 3-е изд. М.: Стройиздат, 1985. 440 с.

4. Кузнецов Г. В., Половников В. Ю. Математическое моделирование процессов тепловлагопереноса в тепловой изоляции трубопроводов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2007. – № 6. – С. 37-39.

5. Кузнецов Г.В., Половников В.Ю. Математическое моделирование процессов тепловлагопереноса в тепловой изоляции трубопроводов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2007 – № 6. – С.37-39.

6. Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д. Элементы математической физики. – М: Наука, Г.Р.Ф.-М.Л, 1973. – 352 с .

7. Федосов С.В., Мизонов В.Е., Порошин Н.Р., Елин Н.Н. Ячеечная модель нелинейной теплопередачи через многослойную стенку // Строительство и реконструкция. – 2011. – № 6 (38). – С. 50-56.

8. Елин Н.Н., Бубнов В.Б. Ячеечная модель тепловлагопереноса в ограждающей конструкции с внутренним источником влаги // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 289-294.

УДК 372.862

А. В. Ермошин, В. А. Смирнов

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Шуйский филиал

ПРИМЕРЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ, КОТОРЫЕ ВЫЗЫВАЮТ ЗАТРУДНЕНИЯ И ИНТЕРЕС У ШКОЛЬНИКОВ

Аннотация: В статье представлены данные, полученные в результате проведения олимпиады по программированию среди школьников 8-11 классов и студентов организаций среднего профессионального образования. Олимпиада организуется на базе Шуйского филиала ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет» с 2014 г. Рассматриваются темы заданий и собранная

статистика об их «решаемости» и сложности за последние три года. Сделаны выводы о наиболее и наименее трудных задачах для участников олимпиады.

Ключевые слова: Java, Basic, Pascal, программирование, олимпиада, школа.

A. V. Ermoshin, V. A. Smirnov

EXAMPLES OF OLYMPIAD PROGRAMMING PROBLEMS THAT CAUSE DIFFICULTY AND INTEREST AMONG SCHOOLCHILDREN

Abstract: The article presents data obtained as a result of the programming olympiad among students of grades 8-11 and students of secondary vocational education organizations. The olympiad has been organized on the basis of the Shuya branch of Ivanovo State University since 2014. We review the topics of tasks and collected statistics about their "solvability" and complexity over the past three years. Conclusions are made about the most and least difficult tasks for participants of the olympiad.

Keywords: Java, Basic, Pascal, programming, olympiad, school.

Как известно, олимпиады по предметным областям могут служить средством развития интереса у школьников, одновременно являясь средством их профориентации [1]. Абитуриенты, показавшие хорошие результаты на проводимой вузом олимпиаде, часто показывают высокие результаты при обучении в институте по профильным дисциплинам.

Ежегодно преподавателями кафедры математики, информатики и методики обучения и студентами Шуйского филиала ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет» организуется олимпиада по программированию для обучающихся 8-11 классов и студентов СПО. Для более точного ранжирования участников в данной олимпиаде баллы выставляются не только за полностью правильные решенные задачи, но и за частичные решения, в которых присутствуют определенные верные шаги в сторону написания правильного решения.

Цель нашего исследования: на основании опыта проведения олимпиады за 2017-2019 гг. определить, какие из задач вызывают у участников наибольший интерес и сложность в их решении.

В рамках нашего исследования мы вводим собственную интерпретацию понятий сложность задачи и «решаемость» задачи.

«Решаемость» задачи мы будем рассчитывать как процент учащихся, приступивших к решению задачи. Определить этот факт можно следующим образом: если обучающийся приступил к задаче, в протоколе указано неотрицательное число баллов, а если не приступал, то знак прочерка «-». Таким образом, исходя из показателя «решаемости», можно косвенно судить об интересе к задаче.

Сложность задачи мы будем вычислять по следующей формуле:

$$S_i = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n b_{i,j}}{n * b_{i,max}} \quad (1)$$

где S_i – сложность i -ой задачи, $b_{i,max}$ – максимальный возможный балл за i -ую задачу, n – общее количество участников олимпиады, $b_{i,j}$ – балл j -ого участника, полученный за i -ую задачу.

Для олимпиады 2017 г. [3] мы получили следующую табл. 1.

Из таблицы следует, что наибольшей решаемостью и минимальной сложностью обладает задача с формальным текстом условия, несмотря на необходимость применять условные конструкции в программе. В качестве задачи № 1 была представлена задача о существовании треугольника с указанными длинами сторон. При этом в тексте задачи была представлена теорема из школьного курса геометрии, использование которой необходимо для решения.

Таблица 1. Характеристика заданий олимпиады для школьников 2017 г.

№ задачи	Описание	«Решаемость»	Сложность
1	Задача на применение сложного ветвления с формальным текстом условий	90 %	28 %
2	Линейная задача на теорему о сумме смежных углов	85 %	32 %
3	Задача с ветвлением на площадь поверхности	85 %	46 %
4	Задача на поиск максимума с циклом и процентом	50 %	78 %
5	Задача с циклом на сравнение строк	40 %	76 %
6	Задача на ветвление и работу с датами	45 %	64 %
7	Задача на ветвление и работу со временем	40 %	64 %
8	Задача на сортировку	20 %	83 %
9	Задача на применение динамического программирования	20 %	91 %

Текст задачи № 2 из этой олимпиады выглядит следующим образом: *«Преподаватель составляет множество равносильных вариантов контрольной работы. В этой контрольной есть задача, в которой должны быть смежные углы – α° и na° . Помогите преподавателю в поиске таких углов. На вход подается единственное целое положительное число – n . Программа должна вывести такое α° , что na° - величина смежного угла»*. Эталонное (судейское) решение данной задачи короче, чем решение предыдущей задачи. Само понятие смежных углов изучается в школьном курсе достаточно рано, чем объясняется высокая (в сравнении с большинством остальных задач) «решаемость». Вследствие этого единственной причиной более низкой сложности задачи №1 может быть только формальность условия.

Наибольшей сложностью обладала задача № 9 на алгоритм рюкзака (раздел динамического программирования). Такой показатель объясняется тем, что динамическое программирование не изучается в рамках базового курса информатики.

Для олимпиады 2018 г. [2] мы получили следующую табл. 2.

Таблица 2. Характеристика заданий олимпиады для школьников 2018 г.

№ задачи	Описание	«Решаемость»	Сложность
1	Задача на применение множественного ветвления с формальным текстом условий	91 %	37 %
2	Линейная задача на результат и остаток от деления	82 %	41 %
3	Линейная задача на вывод формулы с процентом	82 %	27 %
4	Задача со сложным форматом ввода данных	45 %	95 %

№ задачи	Описание	«Решаемость»	Сложность
5	Задача с циклом и требующая применения уравнения окружности	73 %	44 %
6	Задача на комбинаторику	36 %	84 %
7	Задача на работу с IP-адресами	45 %	94 %
8	Задача на сортировку со сложным форматом ввода данных	9 %	100 %
9	Задача на применение динамического программирования	45 %	93 %
10	Задача на поиск со сложным форматом ввода данных	0 %	100 %

Как следует из таблицы, максимальной сложностью и минимальной «решаемостью» представляли задачи с осложнённым форматом ввода данных. В качестве примера такой задачи приведем текст задания № 4 (2018 г.): *«Кассовый аппарат в магазине фирмы "Нарежем всё!!!" неисправен и дает сбой при печати чеков. В каждом напечатанном чеке этот сбой проявляется однократно и состоит в том, что вместо цены купленного товара печатается слово "invaluable". Фирма обращается к вам, как к опытному программисту, с просьбой написать программу, способную исправить ошибку в чеке»*. В табл. 3 приведены примеры работы требуемой программы.

Таблица 3. Примеры входных и выходных данных корректно работающей программы задачи № 4 из олимпиады для школьников 2018 г.

№ теста	Входные данные	Выходные данные
1	cucumber 30 sausage invaluable potatoes 120 ===== Total 180	cucumber 30 sausage 30 potatoes 120 ===== Total 180
2	tomato 80 onion invaluable ===== Total 150	tomato 80 onion 70 ===== Total 150

Как видно, математически задача не является сложной. Нужно сложить цены на все известные позиции в чеке, вычесть из итоговой суммы в поле «Total» и сформировать чек, полученный при внесении нужной цены. Однако написание соответствующей программы вызывает трудности у большого числа участников в виду неоднозначности формата ввода (например, не указано, из какого количества слов состоит название товара, может ли слово «invaluable» встретиться в названии товара). В виду используемого формата ввода возникает необходимость применять большое количество команд для получения данных. На основании полученной статистики можно предположить, что такие задачи являются неинтересными для школьников.

Задача № 1 2018 г. (с формальным текстом условий) была описана так: *«Написать программу, которая работает следующим образом: Пользователь по запросу вводит 2 числа, после чего выбирает одно из представленных действий (сложение, вычитание, деление, умножение, факториал суммы этих чисел). Затем выводится результат одной из*

операций». Многие участники сдали частично верное решение, в котором не была реализована только операция факториала суммы чисел.

Для олимпиады 2019 г. мы получили следующую табл. 4.

Таблица 4. Характеристика заданий олимпиады для школьников 2019 г.

№ задачи	Описание	«Решаемость»	Сложность
1	Линейная задача на вывод формулы	88%	25%
2	Задача с циклом на поиск площади составной фигуры	88%	24%
3	Задача с циклом и требующая применения формулы расстояния между двумя точками	75%	52%
4	Задача с циклом на работу со строками	75%	37%
5	Задача с циклом на вывод формулы	75%	51%
6	Задача с циклом на подсчёт количества символов в строке	75%	37%
7	Задача на работу со массивом	75%	34%
8	Задача на применение динамического программирования	63%	60%
9	Задача на поиск цикла в графе	50%	93%
10	Задача на применение алгоритма поиска кратчайшего расстояния в графе	13%	95%

В данной олимпиаде не было задачи с формальным текстом условий, однако текстовая задача №1 была похожа на задачу из школьного учебника математики. Она имела следующий текст: *«Петя собирается ехать в город М. У него есть свой автомобиль, который расходует по 2 литра на каждые 16 км пути. Цена бензина 50 рублей за 1 литр. Петя хочет узнать цену поездки на собственной машине»*. В разделе «Формат входных данных» было указано: *«На вход программы подаётся единственная строка, которая содержит одно положительное число R ($R \leq 2 * 10^9$) – расстояние до пункта назначения (в км)»*. Большая часть обучающихся решила эту задачу верно, но использовала формат данных в программе, поддерживающих только целые числа.

При этом в задаче №2 гарантировалось, что используются только целые числа. В виду этого, несмотря на нелинейность задачи, по статистике её сложность оказалась приблизительно такой же при той же «решаемости». Текст этой задачи: *«Иван Иванович решил посадить картошку. Однако в его прямоугольном огороде есть множество зданий с квадратным фундаментом. Иван Иванович желает узнать, какая площадь доступна для посадки»*.

Самыми сложными оказались задачи, требующие знания основ теории графов.

Исходя из обзора заданий олимпиады за 2017-2019 гг. и результатов их выполнения участниками, можно сделать следующие выводы:

1) Наименьшую сложность для участников представляют линейные задачи и задачи с формальными текстами условий;

2) Наибольшую сложность имеют либо задачи, решение которых основано на алгоритмах, либо задачи с нестандартным и неоднозначным форматом ввода и вывода данных (в виду не интересности последних).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамова Л. А.* Повышение роли профориентации участников олимпиад школьников в их дальнейшем образовании и профессиональном самоопределении / Л. А. Абрамова // Высшее образование сегодня / Российский новый университет – Москва, 2019 – №10 – С. 47-51.
2. V олимпиада по программированию для школьников 8-11 классов и учащихся учреждений среднего профессионального образования, прошедшая 14 апреля 2018 г. – Режим доступа: <http://sspu.ru/pages/news/2018/04/26/1.html> – Дата обращения: 12.03.2020.
3. IV олимпиада по программированию для школьников 8-11 классов и учащихся учреждений начального и среднего профессионального образования Ивановской области, прошедшая 22 апреля 2017 г. – Режим доступа: <http://sspu.ru/pages/news/2017/04/32/1.html> – Дата обращения: 12.03.2020.

УДК 373.51

О. В. Завьялова, В. К. Маркелов

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Шуйский филиал

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ТЕМЕ «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Аннотация: В статье описана структура комплекта интерактивных заданий по теме «Информационная безопасность» школьного курса информатики. Выделены различные типы интерактивных заданий. Даны методические рекомендации по их использованию на уроках.

Ключевые слова: информационная безопасность, информационные технологии, интерактивные задания, информатика.

О. А. Zavyalova, V. K. Markelov

DESIGN OF A SET OF INTERACTIVE TASKS FOR THE TOPIC «INFORMATION SECURITY» FOR THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE

Abstract: The paper is about interactive tasks for the topic "Information security" for the school computer science course. Structure, different types of the interactive tasks and guidelines for their use in the lessons are also preseted in the paper.

Keywords: information security, information technologies, interactive tasks, informatics.

В связи с развитием информационных технологий, тема «Информационная безопасность» имеет особое значение в курсе «Информатика и ИКТ». Информационная безопасность становится важнейшей характеристикой качества жизни в современном обществе [1].

В Доктрине информационной безопасности под понятием «Информационная безопасность» понимается «состояние защищенности национальных интересов государства в информационной сфере, определяющихся совокупностью сбалансированных интересов личности, общества и государства» [5]. Существует большое количество информационных

рисков, с которыми можно столкнуться – мошенничеств, вредоносный код, нарушение сетевого этикета. Информация о том, как правильно и безопасно использовать цифровые технологии, является важной и нужной абсолютно для каждого, ведь беспечность и непонимание основных правил информационной безопасности может привести к потере финансовых средств, утечке важных данных и ко многим другим более неприятным последствиям [4].

В качестве средства для разработки комплекта интерактивных заданий по теме «Информационная безопасность» можно использовать язык программирования высокого уровня Python. Python — это универсальный современный язык программирования высокого уровня, который ориентирован на повышение производительности разработчика и читаемости кода [2, 3].

Интерактивный комплект заданий «InfoTask» по теме «Информационная безопасность» - это комплект из 52 интерактивных заданий по 4 параграфам для учебника К.Ю. Полякова и Е.А. Еремина «Информатика. Углубленный уровень. Учебник для 10 класса в 2-х частях» [6]. Структура интерактивного комплекта заданий представлена в таблице 1.

Таблица 1. Структура интерактивного комплекта заданий «InfoTask»

Название раздела в программе	Типы заданий, представленных в разделе	Количество заданий	Тема урока в учебнике
Информационная безопасность	Сопоставь понятие с определением	1	«Основные понятия»
	Определите истинность утверждения	4	
	Заполни пропуски в схеме	1	
	Сопоставь элемент с его группой	1	
Вредоносные программы	Сопоставь понятие с определением	1	«Вредоносные программы»
	Заполни пропуски в схеме	2	
	Определите истинность утверждения	8	
	Выбери правильные варианты ответа	2	
Антивирусы	Заполни пропуски в схеме	1	«Защита от вредоносных программ»
	Сопоставь понятие с определением	1	
	Выбери правильные варианты ответа	1	
	Определите истинность утверждения	8	
Шифрование	Сопоставь понятие с определением	1	«Шифрование»
	Определите истинность утверждения	4	
	Зашифруй сообщение шифром Цезаря	4	
	Расшифруй сообщение	4	

	шифром Цезаря		
	Зашифруй сообщение шифром Виженера	4	
	Расшифруй сообщение шифром Виженера	4	

Главное меню программы «InfoTask», представляющей собой интерактивный комплект заданий по теме «Информационная безопасность», представлено на рис. 1. Оно включает в себя четыре пункта: «Информационная безопасность», «Вредоносные программы», «Антивирусы», «Шифрование». Каждый из пунктов меню содержит в себе интерактивный комплект заданий.

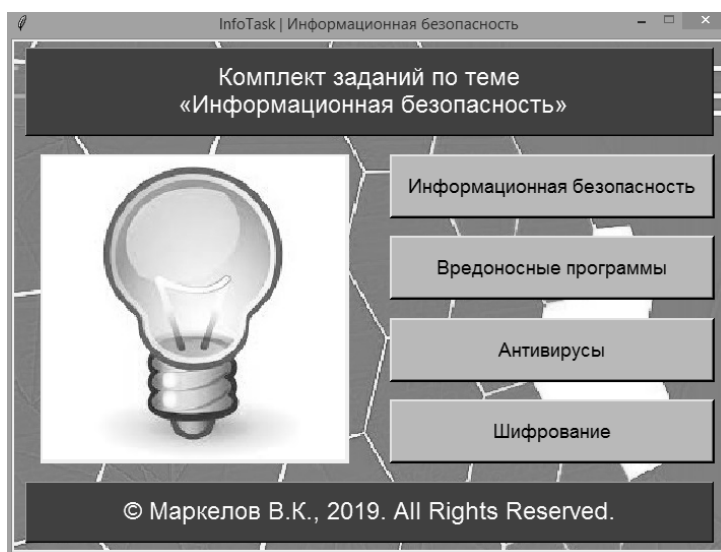


Рис. 1. Главное меню программы

В пункте «Информационная безопасность» собраны задания, способствующие закреплению материала по теме «Основные понятия». В этом параграфе изучаются основные понятия темы «Информационная безопасность», такие как «защита информации», «доступность информации», «целостность информации», «конфиденциальность информации» и т.д.

Пункт «Информационная безопасность» включает в себя четыре типа заданий: «Сопоставь понятие с определением», «Определите истинность утверждения», «Заполни пропуски в схеме», «Сопоставь элемент с его группой» (рис. 2).

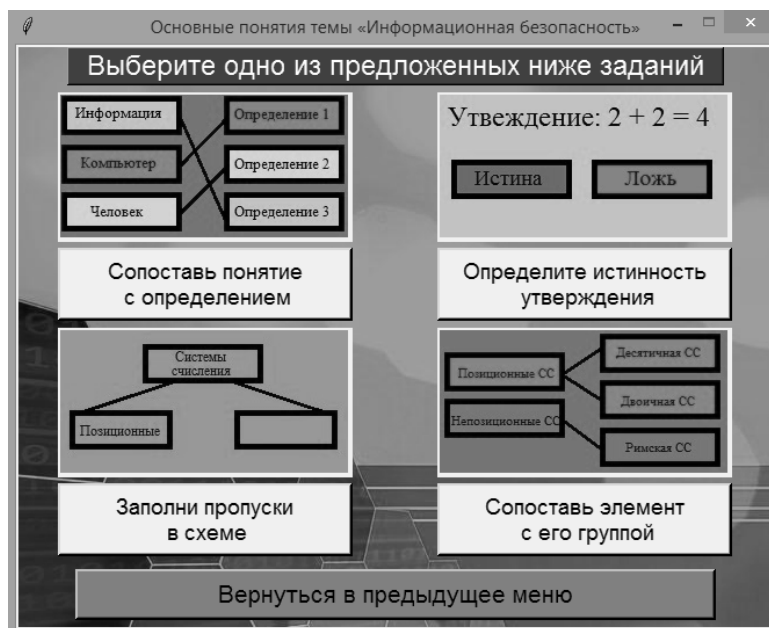


Рис. 2. Меню выбора заданий пункта «Информационная безопасность»

Рассмотрим каждый из представленных типов заданий по отдельности.

В заданиях «Сопоставь понятие с определением» требуется установить соответствие между понятием и определением, к которому оно относится. Интерфейс задания представлен на рис. 3.

В нижней части приложения находятся кнопки «←», «Проверить решение» и «?». Подобные элементы интерфейса представлены во всех приложениях интерактивного комплекта заданий. Кнопка «←» позволяет осуществить возврат к меню выбора заданий, представленному на рис. 2. А кнопка «?» позволяет получить краткую информацию о том, что необходимо сделать в задании. Эта информация выводится автоматически при запуске задания.



Рис. 3. Интерфейс задания «Сопоставь понятие с определением»

Чтобы установить соответствие, сначала необходимо нажать левой кнопкой мыши по одному из понятий левого столбца, а затем по одному из определений правого столбца, к которому оно относится. Для проверки правильности установленных соответствий есть кнопка «Проверить решение». Если в задании были установлены не все соответствия, программа предложит завершить выполнение.

Правильно установленные соответствия окрашиваются в зеленый цвет, а неправильно установленные – в красный цвет. В случае, если все соответствия были установлены верно, пользователь получит соответствующее сообщение о том, что задание было выполнено верно.

В заданиях интерактивного комплекта заданий других типов («Определите истинность утверждения», «Заполни пропуски в схеме», «Сопоставь элемент с его группой» и т.д.) проверка правильности решения задания осуществляется аналогичным образом.

В заданиях «Определите истинность утверждения» требуется определить истинность или ложность утверждения. В верхней части задания представлено утверждение, для которого необходимо определить, является оно истинным или ложным. Под утверждением располагаются кнопки «Истина» и «Ложь». Чтобы выполнить задание, необходимо нажать одну из этих кнопок, а затем нажать кнопку «Проверить решение» для проверки правильности решения.

В случае выбора правильного варианта ответа, он окрасится в зеленый цвет, а пользователь получит соответствующее сообщение о том, что задание было выполнено верно; в противном случае кнопка станет красного цвета. Под кнопками появится обоснование истинности или ложности выбранного вами варианта ответа, а кнопка «Проверить решение» изменится на кнопку «Перейти к следующему заданию», если такое задание существует. Под обоснованием находится картинка, соответствующая тематике утверждения. Интерфейс задания «Определите истинность утверждения» представлен на рис. 4.

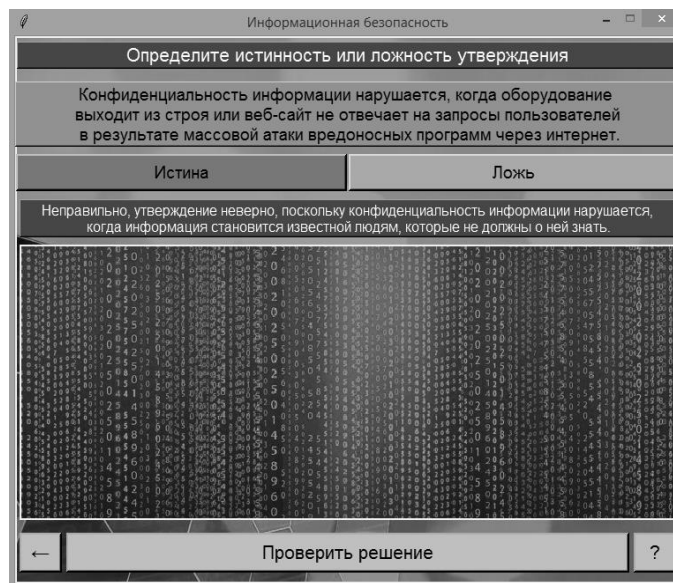


Рис. 4. Интерфейс задания «Определите истинность утверждения»

Задания «Заполни пропуски в схеме» требуют заполнения соответствующих полей в схеме. При этом в нижней части задания располагается список ключевых слов, которые необходимо вписать в пустые поля схемы, а затем нажать кнопку «Проверить решение». Если в задании были оставлены пустые поля, программа предложит выполнить задание полностью и только затем нажать кнопку «Проверить решение».

Правильно заполненные пропуски окрашиваются в зеленый цвет, а неправильно заполненные – в красный цвет. Интерфейс задания представлен на рис. 5.



Рис. 5. Интерфейс задания «Заполни пропуски в схеме»

Задания «Сопоставь элемент с его группой» аналогично заданию «Сопоставь понятие с его определением». Для проверки правильности установленных соответствий, необходимо нажать кнопку «Проверить решение». Если в задании были установлены не все соответствия, программа предложит установить все соответствия в задании и только затем нажать кнопку «Проверить решение».

Правильно установленные соответствия окрашиваются в зеленый цвет, а неправильно установленные – в красный цвет. В случае, если все соответствия были установлены верно, пользователь получит соответствующее сообщение о том, что задание было выполнено верно, иначе пользователю выведется сообщение о том, что в задании были допущены ошибки и предлагается их исправить.

В пункте «Вредоносные программы» собраны задания, способствующие закреплению материала по теме «Вредоносные программы». В этом параграфе разбираются понятия «компьютерный вирус» и «вредоносные программы», основные признаки заражения вирусом и типы вредоносных программ.

Пункт «Вредоносные программы» включает в себя четыре типа заданий: «Сопоставь понятие с определением», «Определите истинность утверждения», «Заполни пропуски в схеме», «Выбери правильные варианты ответа» (рис. 6).



Рис. 6. Меню выбора заданий пункта «Вредоносные программы»

Рассмотрим задания «Выбери правильные варианты ответа», в которых необходимо ответить на вопрос, выбрав несколько правильных вариантов ответа.

Чтобы выполнить задание, необходимо выбрать все правильные варианты ответа на представленный вопрос и нажать на кнопку «Проверить решение» для проверки правильности решения. Если в задании не был выбран ни один из предложенных ответов, программа предложит выбрать все правильные ответы в задании и только затем нажать кнопку «Проверить решение». В случае, если были выбраны все правильные варианты ответа, пользователь получит соответствующее сообщение о том, что задание было выполнено верно, а кнопка «Проверить решение» изменится на кнопку «Перейти к следующему заданию», если такое задание существует, иначе пользователю выведется сообщение о том, что в задании были допущены ошибки и предлагается их исправить.

В пункте «Антивирусы» собраны задания, способствующие закреплению материала по теме «Защита от вредоносных программ». В этом параграфе рассматриваются основные типы антивирусов и брандмауэров, а также их основные задачи. Пункт «Антивирусы» включает в себя четыре типа заданий: «Сопоставь понятие с определением», «Определите истинность утверждения», «Заполни пропуски в схеме», «Выбери правильные варианты ответа».

В пункте «Шифрование» собраны задания, способствующие закреплению материала по теме «Шифрование». В этом параграфе изучаются основные понятия криптографии и криптоанализа, а также самые известные симметричные шифры: шифр Цезаря и шифр Виженера.

Пункт «Шифрование» включает в себя шесть типов заданий: «Сопоставь понятие с определением», «Определите истинность утверждения», «Зашифруй сообщение шифром Цезаря», «Расшифруй сообщение шифром Цезаря», «Зашифруй сообщение шифром Виженера», «Расшифруй сообщение шифром Виженера» (рис. 7).



Рис. 7. Меню выбора заданий пункта «Шифрование»

Разработанный комплект не требует установки и доступа в сеть Интернет, является законченным программным продуктом. Может применяться учителем в ходе преподавания темы «Информационная безопасность».

В комплекте представлены задания различного типа, которые можно использовать как на определенных этапах урока, так и для организации самостоятельной работы учащихся.

Задания «Сопоставь понятие с определением» и «Сопоставь элемент с его группой» можно использовать для закрепления знания понятий «информационная безопасность», «защита информации», «технические средства защиты информации», «программные

средства информации», «организационные средства защиты информации». Задания «Заполни пропуски в схеме» и «Определи истинность утверждения» могут использоваться для закрепления понятия «защита информации» и входящих в него понятий: целостность, конфиденциальность и доступность информации.

Задания «Сопоставь понятие с определением» из раздела «Вредоносные программы» можно использовать для закрепления знания понятий «компьютерный вирус», «вредоносные программы», «ботнет», «шпионаж». Задания «Заполни пропуски в схеме» могут использоваться для закрепления знаний о типах вредоносных программ и компьютерных вирусов. Задания «Выбери правильные варианты ответа» необходимы для первичного закрепления знаний о признаках заражения компьютера и о возможных случаях их распространения. Задания «Определи истинность утверждения» используются для общего закрепления знаний о компьютерных вирусах и вредоносных программах.

Задания «Сопоставь понятие с определением» из раздела «Антивирусы» можно использовать для закрепления знания понятий «антивирус», «брандмауэр», «фишинг», «спам». Задания «Заполни пропуски в схеме» могут использоваться для закрепления знаний о типах антивирусов. Задания «Выбери правильные варианты ответа» необходимы для первичного закрепления знаний о задачах антивирусов-мониторов. Задания «Определи истинность утверждения» используются для общего закрепления знаний об антивирусах в целом.

Раздел «Шифрование» содержит задания для первичного закрепления материала по параграфу «Шифрование». Задания «Сопоставь понятие с определением» можно использовать для закрепления знания понятий «криптоанализ», «криптография», «шифрование», «ключ». Задания «Определи истинность утверждения» используются для закрепления знаний о шифрах Цезаря и Виженера. Задания «Зашифруй сообщение шифром Цезаря», «Расшифруй сообщение шифром Цезаря», «Зашифруй сообщение шифром Виженера», «Расшифруй сообщение шифром Виженера» могут использоваться как для закрепления знаний кодирования и декодирования сообщений с использованием шифров Цезаря и Виженера, но и для проверки знаний по этой теме.

Использование интерактивных заданий в рамках изучения темы «Информационная безопасность» способствует закреплению знаний обучающихся по данной теме. Их использование, возможно, как на этапе первичного закрепления нового материала при проведении урока открытия новых знаний, обретения новых умений и навыков, так и на уроке систематизации знаний, на этапе актуализации знаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочаров, М. И., Симонова, И. В. Методика обучения информационной безопасности старшеклассников: о содержании обучения информационной безопасности в школьном курсе информатики / М.И. Бочаров, И.В. Симонова // Пространство и Время. — 2014.
2. Лутц М. Программирование на Python, том I, 4-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: Символ – Плюс, 2011.
3. Лутц М. Программирование на Python, том II, 4-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011.
4. Наместникова М. С. Информационная безопасность, или На расстоянии одного вируса. 7 – 9 классы: учеб. пособие для общеобразоват. организаций / М.С. Наместникова. – М.: Просвещение, 2019.
5. Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]: указ Президента РФ от 05.12.2016 N 646 // Консультант Плюс: комп. Справ. Правовая система / Компания «Консультант Плюс». – Электрон. Дан. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_208191/ (Дата обращения: 03.12.2019)
6. Поляков К. Ю. Информатика. Углублённый уровень: учебник для 10 класса: в 2 ч. Ч. 1,2 / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.

УДК 37.018.432

А. Ф. Зубаков

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Шуйский филиал

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ STEPİK ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация: в статье рассматривается технология «Смешанное обучение», одной из частей которой может являться массовый открытый онлайн-курс. В качестве примера было приведено исследование, посвященное самостоятельной разработке MOOC. Основываясь на этом исследовании, автор утверждает, что MOOC может успешно использоваться в рамках реализации технологии «смешанного обучения»

Ключевые слова: MOOC, смешанное обучение, онлайн курс, степик, программирование, высшее образование, дополнительное образование

A. F. Zubakov

USING THE STEPİK PLATFORM FOR ORGANIZING BLENDED LEARNING IN HIGHER EDUCATION

Abstract: the article discusses the technology of «Blended Learning», one of the parts of which can be a massive open online course. As an example, a study was devoted to the independent development of MOOCs. Based on this study, the author claims that MOOC can be successfully used as part of the implementation of the technology of «blended learning».

Keywords: MOOC, blended learning, online course, step, programming, higher education, further education.

В современном обществе в сфере образования возрастает количество мест, в которых внедряют в образовательный процесс технологию «Смешанное обучение». Название данной технологии появилось в 90-х годах XX века, в то время зарубежные исследователи создали научно-теоретическую базу, сформулировали определения понятий, которые в итоге были положены в основу современного российского дистанционного образования. В настоящее время понятие «смешанное обучение» трактуют, как сочетание традиционных форм аудиторного обучения с элементами электронного обучения, в котором используются специальные информационные технологии, такие как компьютерная графика, аудио и видео, интерактивные элементы и другие.

Ранее нами было проведено исследование, которое было посвящено теме «Проектирование и разработка онлайн курсов по дополнительному образованию на базе платформы Stepik». Так как речь в данной статье идет о технологии, которая является синтезом традиционного и электронного обучения, то онлайн курс, является представителем электронного обучения. По подробнее рассмотрим суть проведенного нами исследования.

Под онлайн-курсом, вслед за Гречушкиной Н.В.[1] будем понимать вид электронного обучения, то есть организованный целенаправленный образовательный процесс, построенный на основе педагогических принципов, реализуемый на основе технических средств современных информационных технологий и представляющий собой логически и структурно завершённую учебную единицу, методически обеспеченную уникальной совокупностью систематизированных электронных средств обучения и контроля.

Частным случаем онлайн-курсов являются массовые открытые онлайн-курсы (МООК). В мире современного дистанционного образования выделяют одно из качественно новых явлений, которое продиктовано особенностями информационного общества, - широкое распространение массовых открытых онлайн-курсов (МООК в российской транскрипции, МООС - в англоязычной). Данное явление приобрело известность летом 2011 г., когда курсы Стэнфордского университета по искусственному интеллекту привлекли 160 тыс. студентов по всему миру и попали в заголовки прессы.[3] Чаще всего МООК включает в себя: видеолекции, онлайн-чтение и наборы задач, которые размещены по всей программе дистанционного обучения, интерактивные форумы пользователей, разработанные для онлайн-сетевых форумов, помогающих студентам создавать сообщества, оценивать работу друг друга и т.д. Такого рода интерактивность стала центральным звеном МООК, и при необходимости студенты, пожалуй, больше взаимодействуют друг с другом, чем с инструктором-наставником. Преподаватели вуза используют массовые открытые онлайн-курсы как инструмент внесения в образовательный процесс интерактивности, т.к. площадки МООК, позволяют увеличить интерес, за счёт своих возможностей. Также МООК является возможностью как для студентов, так и для преподавателей расширить свой кругозор в определенной области знаний. При первом знакомстве с МООК у студента может сложиться впечатление, что такие курсы легче, удобнее, т.к. доступны в любое время, но они забывают про необходимость самоорганизации, для успешного и продуктивного освоения курса.

Анализируя описанные определения, мы считаем, что массовые открытые онлайн-курсы, могут использоваться в процессе реализации технологии «смешанного обучения».

Исследование проводилось на примере курса по программированию на языке Python. Были проанализированы отечественные и зарубежные платформы. В результате, для разработки собственного онлайн курса была выбрана образовательная платформа Stepik. Она является русскоязычной, для начинающих пользователей предлагается вводный курс по работе с платформой «Курс для преподавателей Stepik». Учебные материалы курсов представлены в виде текстовых лекций и видео-лекций. Что касается функциональных возможностей для проверки знаний, то у данной платформы предусмотрен инструментарий, который направлен на организацию практической части курсов, связанных с химией, программированием на Python, C++, Java, базами данных SQL, программированием и настройкой Linux.

Процесс разработки курса был разделен на несколько этапов:

1. Изучение целевой аудитории курса.
2. Формулировка результатов обучения на курсе.
3. Выбор онлайн платформы с учетом планируемых результатов курса.
4. Подбор или разработка теоретического учебного материала курса.
5. Разработка практических заданий курса.
6. Разработка способов взаимодействия на курсе.
7. Тестовый запуск курса с ментором.

На первом этапе нами был описан следующий портрет – студенты, будущие учителя информатики, а также ученики 10-11 классов, планирующие использовать данный язык программирования при сдаче ЕГЭ по информатике, имеющие представление о базовых алгоритмических структурах и опыт программирования на языке Паскаль. Стремятся к мобильности, быстро переключают внимание, любят коммуницировать, плохо управляют своим временем, быстро теряют интерес к обучению.

На втором этапе мы описали результаты прохождения курса. Они представлены следующим образом:

владеть:

- *базовыми знаниями о языке программирования Python, а именно:*
 - *синтаксис языка;*
 - *типы объектов и работа с ними;*
 - *конструкция If и циклы For и While.*

- *реализация функций в языке Python*
 - уметь:
 - *устанавливать и осуществлять первичную настройку оболочки;*
 - *работать в оболочке IDLE Python;*
 - *работать в оболочке платформы Stepik*
 - *записывать алгоритмические структуры на языке программирования Python;*
 - *решать простые задачи и несколько типов задач повышенной сложности;*
 - *анализировать текст чужих программ, находить в них синтаксически и логические ошибки;*
 - знать:
 - *основные типы алгоритмов;*
 - *иметь представление о структуре программы;*
 - *базовые алгоритмические конструкции;*
 - *алгоритмы и программы на языке Python решения типовых задач;*

В рамках третьего этапа мы выбирали платформу для размещения нашего курса, наш выбор был описан ранее в статье.

Результатом четвертого этапа является определение структуры курса и методов создания контента для него. Разрабатываемый курс посвящен освоению языка Python, в нем содержится четыре модуля: “Введение в Python”, “Ветвление и циклы”, “Классы и объекты”, “Python и ЕГЭ по информатике”. Поскольку наш курс был посвящен программированию, то большая часть тем представлена в виде текста, скриншотов экрана, фрагментов кода программ, и скринкастов (записи экрана и звуковых комментариев). Для создания скриншотов использовалась программа LightShot, для записи экрана – Bandicam, для обработки видео Pinnacle Studio.

Пятый этап заключался в разработке практических заданий курса, мы использовали следующие виды:

- *тестовые задания, позволяющие ученику курса проверить свои знания, после прохождения фрагмента курса;*
- *задания по написанию программного кода, позволяющие проверить свои умения в применении команд языка, знание синтаксиса, умение решать простейшие задачи с числовыми величинами;*
- *задания на взаимопроверку участниками курса, позволяющие отработать умение искать ошибки в чужом коде, а также направленные на организацию взаимодействия на курсе.*

Цель шестого этапа состояла в организации взаимодействия на курсе, мы его реализовали с помощью организации обсуждений решений задач в комментариях к шагу урока.

Седьмым этапом является тестовый запуск курса. Целью тестового запуска состояла в анализе результативности процесса подготовки студентов. В запуске курса приняло участие 12 студентов. Они познакомились с языком программирования Python с помощью разработанного нами онлайн курса «Простое изучение языка Python». После завершения курса, участникам было предложено пройти опрос, который показал следующие результаты:

- *83% участников были не знакомы с языком программирования или имели только первичные представления;*
- *50% участников успешно завершили курс;*
- *67% участников отмечают, что курс учитывал специфику будущей работы со школьниками;*
- *100% участников оценивают задания для самопроверки как полезные и готовы к увеличению количества таких заданий.*

- 16,7% участников считают дедлайны стимулом для прохождения курса.

Студенты высказали свои пожелания по совершенствованию курса, заключающиеся в следующем:

- сделать более простым и наглядным теоретический материал за счет увеличения количества примеров программ и добавления видеоуроков;
- увеличить количество практических заданий с возможностью самопроверки;
- сделать ранжирование заданий с разным уровнем сложности.

Таким образом, экспериментальный запуск курса показал, что наибольшее значение для оценки качества онлайн-курса имеет содержательная часть курса – возможность практиковаться в решении задач, доступное объяснение, разные форматы представления информации, чем организационная сторона – наличие или отсутствие дедлайнов, возможность взаимодействия на курсе и возможность получить консультацию. [2]

Описанное нами исследование является источником вдохновения для будущего исследования на тему «Подготовки бакалавров направления «Педагогическое образование» к профессиональной деятельности в условиях смешанного обучения». В его рамках планируется разработать новую или адаптировать существующую модель смешанного обучения под необходимые нам условия, с использованием онлайн-курсов и других информационных технологий для обеспечения максимальной эффективности обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гречушкина Нина Владимировна* Онлайн-курс: определение и классификация // Высшее образование в России. 2018. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/onlayn-kurs-opredelenie-i-klassifikatsiya>

2. *Завьялова О.А., Зубаков А.Ф.* Особенности разработки и использования электронных онлайн курсов на платформе Stepik [Электронный ресурс] // Состояние и перспективы развития ИТ-образования; Сборник докладов и научных статей Всероссийской научно-практической конференции Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2019 г. 323 с. URL: <http://vt.chuvsu.ru/novosti/265-vserossijskaja-nauchno-prakticheskaja-konferencija-sostojanie-i-perspektivy-razvitiya-it-obrazovaniya.html>

3. *Мэрилен Колтер* Массовые открытые онлайн-курсы URL: http://www.gpntb.ru/ntb/ntb/2014/8/ntb_8_6_2014.pdf

УДК 004.023

А. В. Кузнецов, М. О. Баканов, Д. В. Тараканов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АЛГОРИТМЫ СИНТЕЗА ДАННЫХ ПО БЕСПИЛОТНЫМ АВИАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧС

Аннотация: В связи с развитием беспилотной авиации и активным внедрением беспилотных авиационных систем (БАС) в систему мониторинга ЧС возникла необходимость создания базы данных, которая позволяла бы сократить временные ресурсы для поиска необходимой информации и выбора наиболее оптимального и рационального средства мониторинга по различным характеристикам для получения всей необходимой оперативно-тактической информации при мониторинге ЧС. База данных «Информационные ресурсы системы мониторинга пожаров в зданиях,

сооружениях и на открытых пространствах», разработанная коллективом авторов, в совокупности с системой поддержки принятия решений решает задачи выбора наиболее рациональных средств систем мониторинга, что в свою очередь, позволяет обеспечить оперативных должностных лиц качественной, достоверной, аподиктической информацией.

Ключевые слова: мониторинг, система мониторинга ЧС, база данных, беспилотный летательный аппарат (БПЛА).

A. V. Kuznetsov, M. O. Bakanov, D. V. Tarakanov.

DATA SYNTHESIS ALGORITHMS FOR UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS FOR INFORMATION SUPPORT OF MANAGEMENT IN EMERGENCY RESPONSE

Abstract: In connection with the development of unmanned aviation and the active introduction of unmanned aircraft systems (UAS) in the emergency monitoring system, it became necessary to create a database that would reduce the time resources for searching for the necessary information and selecting the most optimal and rational monitoring tool for various characteristics to obtain all the necessary operational and tactical information when monitoring emergencies. The database "Information resources of the fire monitoring system in buildings, structures and open spaces", developed by the team of authors, together with the decision support system solves the problem of choosing the most rational means of monitoring systems, which in turn allows to provide operational officials with high-quality, reliable, apodictic information.

Keywords: monitoring, emergency monitoring system, database, unmanned aerial vehicle (UAV).

Введение

Одна из первостепенных задач государства – защита населения от опасности катастроф и стихийных бедствий природного и техногенного характера, приносящие смерть людей и различного рода разрушения. Для их предотвращения необходимы исследования и познание порождающих причин, механизмов развития и характера проявлений.

Мониторинг – система постоянного наблюдения за явлениями и процессами, проходящими в окружающей среде и обществе, результаты которого служат для обоснования управленческих решений по обеспечению безопасности людей и объектов экономики. В рамках системы мониторинга происходит оценка, контроль объекта, управление состоянием объекта в зависимости от воздействия определённых факторов.

Система мониторинга чрезвычайных ситуаций (СМЧС) предназначена для прогнозирования и предупреждения рисков возникновения природных и техногенных катастроф. Она использует способы наблюдения за опасными явлениями и их контроля. Позволяет предвидеть наступление кризисных процессов в природе и техногенной среде, предсказывать динамику их развития и масштаб катастрофичности последствий. Помогает вовремя и эффективно организовать мероприятия по обеспечению безопасности людей и ликвидации последствий произошедших катаклизмов.

Задачи и функции, которые выполняет система мониторинга и прогнозирования ЧС [7]:

- Экологическое наблюдение. Оценка состояния окружающей природной среды (атмосферы, водоемов, почвы).
- Мониторинг техногенных систем, надзор за состоянием потенциально опасных объектов (атомных станций и турбин, магистральных трубопроводов и т.д.), протеканием техногенных процессов на них и прогнозирование аварийности.
- Сбор и анализ информации о потенциальных источниках опасности (землетрясений, извержений вулканов, ураганов, пожаров, наводнений, аномальных изменений в природе, эпидемий, аварий и взрывов на технических объектах, вредных и ядовитых выбросов на производствах, обрушений зданий, транспортных катастроф, терактов и войн).
- Вывод на основе изучения этой информации научных заключений, описание закономерностей и причин возникновения ЧС.

- Формирование информационного банка сведений об источниках угроз возникновения чрезвычайных ситуаций.
- Проведение точных лабораторных микробиологических, химических, радиологических исследований.
- Обнаружение потенциальных источников катастроф, оценка степени вероятности их возникновения. Прогнозирование создания чрезвычайных ситуаций, их характера и размера, сценариев развития.
- Создание алгоритмов действий при возникновении чрезвычайных ситуаций.
- Принятие и координация мер (в том числе, экстренных) по их предотвращению и сдерживанию, по оповещению, эвакуации и обеспечению безопасности гражданского населения, снижению разрушительной силы, минимизации и устранению последствий (краткосрочных и длительных), восстановлению нормальной жизнедеятельности людей.
- Прогнозирование последствий и ущерба от воздействия опасных факторов на окружающую среду, жизнедеятельность населения, возможные материальные потери.
- Создание информационных и обменно-коммуникационных систем для обеспечения деятельности по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций.
- Составление планов и целевых программ, на основе которых действует система мониторинга и прогнозирования ЧС.
- Создание и актуализация законодательно-нормативной базы своей деятельности.

Основная часть

В общей сложности систему мониторинга чрезвычайных ситуаций можно разделить на две большие подсистемы: стационарная система мониторинга и мобильная система мониторинга.

К стационарной система мониторинга ЧС относятся следующие технические средства:

- датчики, которые являются приемниками сигнала опасности;
- аппаратура, которая принимает сигнал опасности;
- элементы, которые оповещают об возникшей опасности
- установки связи;
- автономный элемент питания (генератор, аккумулятор);
- программы, которые обеспечивают корректную работу устройства.

В мобильную систему мониторинга ЧС входят транспортные средства различного назначения:

- Наземные (автомобили различной проходимости, вездеходы, поезда);
- Водные (катера, корабли, подводные судна);
- Воздушные (самолеты, вертолеты, БПЛА).

С технической точки зрения систему мониторинга можно рассмотреть следующим образом (рис. 1).

В целом система мониторинга ЧС предназначена не только для прогнозирования и предупреждения рисков возникновения природных и техногенных катастроф, но и для контроля над действиями по спасению людей, материальных и культурных ценностей, защите природной среды в зоне чрезвычайных ситуаций, локализации чрезвычайных ситуаций. В свою очередь, производить мониторинг и контроль над произошедшей ЧС целесообразней и эффективней с воздуха. Для воздушного мониторинга применимы технические средства различного исполнения: самолеты, вертолеты, парашюты, дельтапланы, дирижабли, аэростаты, стратостаты, планеры, беспилотные авиационные системы.

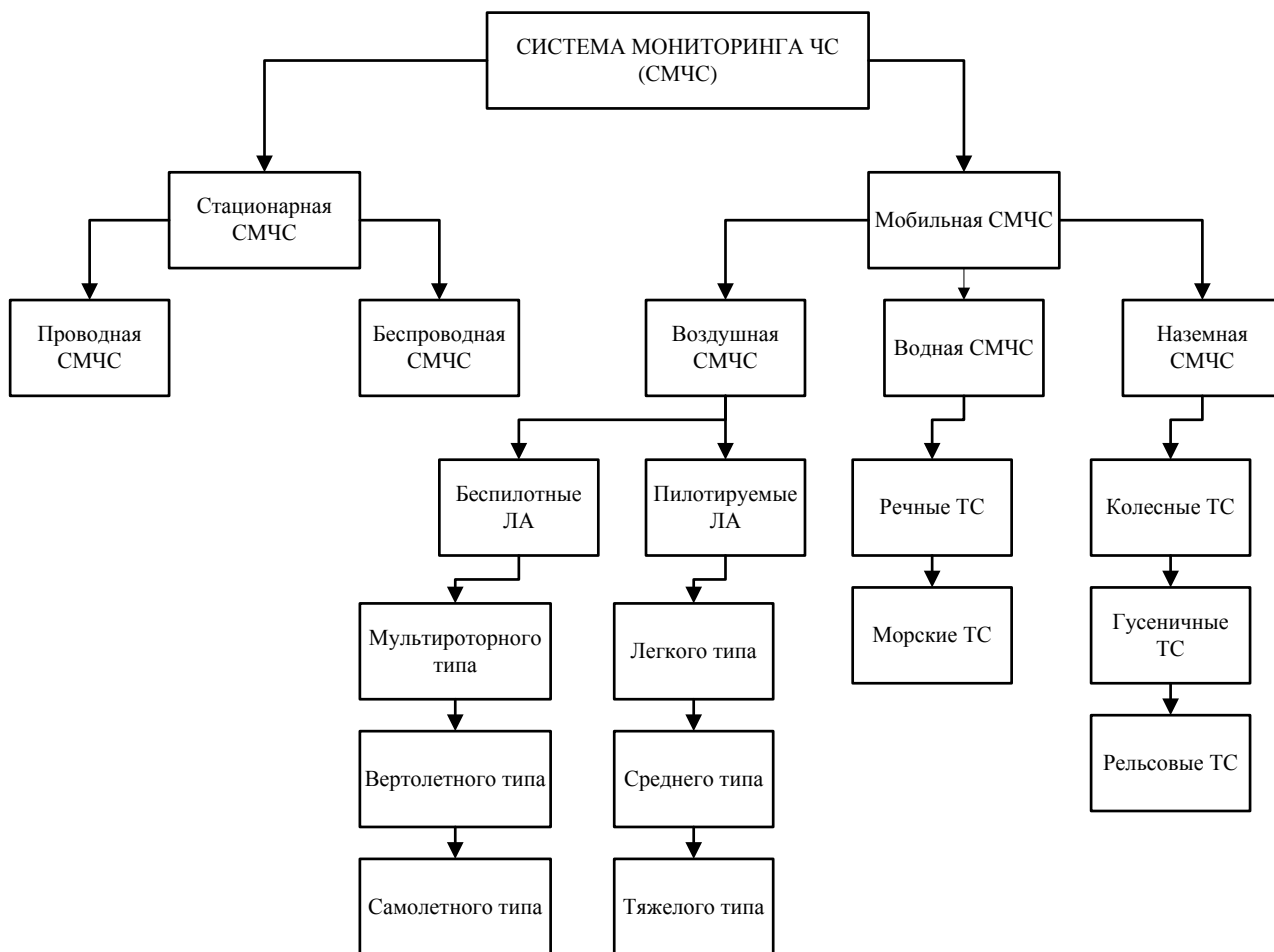


Рис. 1. Классификация системы мониторинга ЧС с технической точки зрения

В последнее время идет активное внедрение беспилотной авиации в систему мониторинга различных ведомств Российской Федерации [4,5]. Беспилотники показали целый ряд преимуществ перед пилотной авиацией в плане мониторинга ЧС:

✓ низкая стоимость использования по сравнению с использованием пилотируемой авиации (20-40 тыс. рублей / летный час) или спутников. Важно отметить, что наибольшей экономии можно добиться при использовании малых БЛА в течение короткого времени, поскольку при использовании больших БЛА, с большим потреблением топлива и высокой стоимости, зарплата пилота перестает быть основным фактором, определяющим различия в размере расходов;

- ✓ высокая мобильность, не требуются площадки для взлета;
- ✓ низкие издержки на содержание штата;
- ✓ возможность решения широкого спектра задач;
- ✓ возможность применения в сложных погодных условиях и в условиях риска аварии для аппарата;
- ✓ не требуется высококвалифицированный персонал.

На 2020-ый год рынок беспилотной авиации насчитывает огромное количество производителей (рис. 2), что говорит о сложном выборе необходимого БПЛА для определенных целей мониторинга.



Рис. 2. Карта рынка беспилотной авиации на 2020 г.

В таком большом выборе БПЛА легко сделать неверное решение по выбору того или иного средства для качественной информационной поддержки руководителя ЧС. В связи с этим, нами была разработана и зарегистрирована база данных «Информационные ресурсы системы мониторинга пожаров в зданиях, сооружениях и на открытых пространствах» (№ 2019622080 от 14.11.2019). Благодаря данной базе данных еще на планирующих этапах системы мониторинга как в зданиях, сооружениях, так и на открытых пространствах можно без труда определиться с необходимым техническим средством мониторинга под определенный его вид (как стационарного, так и мобильного). База данных является взаимополняемой, что позволяет расширять диапазон технических средств для определенного вида мониторинга [1-3].

База данных «Информационные ресурсы системы мониторинга пожаров в зданиях, сооружениях и на открытых пространствах» состоит из следующих основных структурных элементов (Рис. 3-8).

Основанием для составления схемы данных является классификация системы мониторинга ЧС, принятая нами выше. Представленная схема является не окончательным вариантом, так как имеет возможность расширения и пополнения данных.

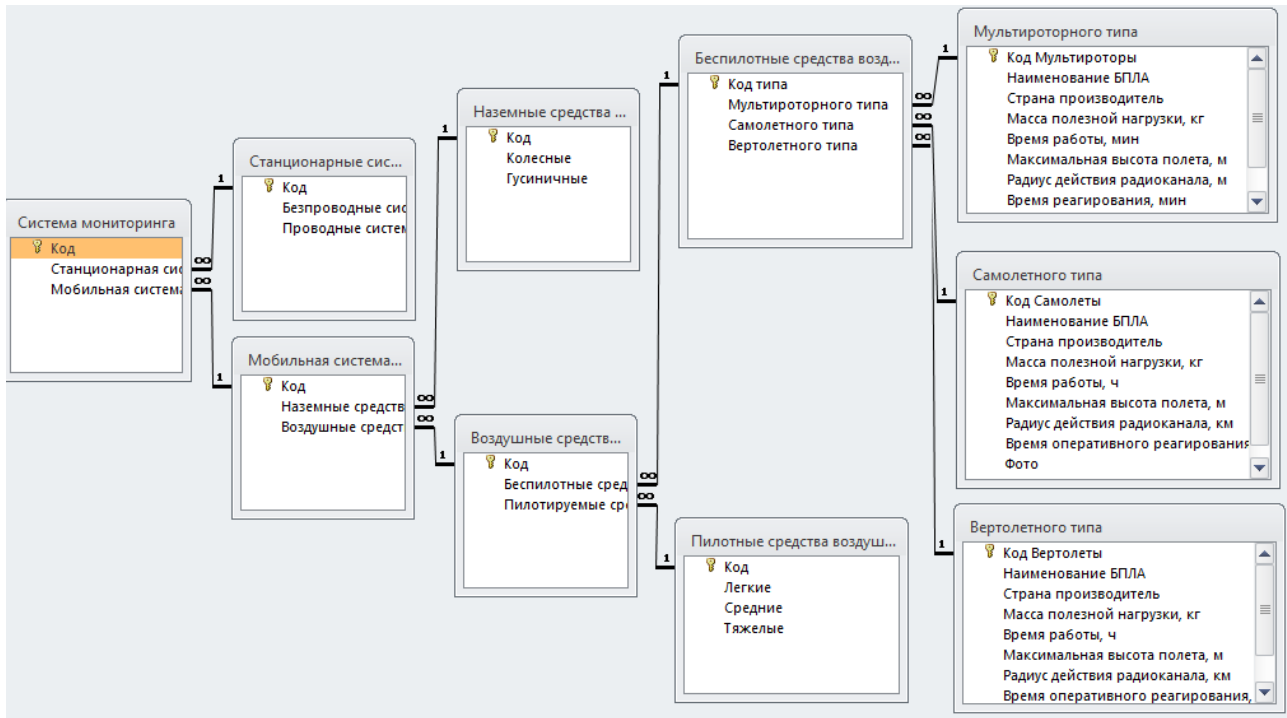


Рис. 3. Связи между объектами базы данных (схема данных)

Код	Наименование БПЛА	Страна произ	Масса полезн	Время работы, ч	Максимальна	Радиус действия	Время опер	Фото
1	Иркут-3	Россия	0,5	1,25	3000	15	15	Bitmap Image
2	ZALA 421-08M	Россия	0,3	1,4	3600	25	10	Bitmap Image
3	ZALA 421-04 M	Россия	1	1,5	3600	25	12	Bitmap Image
4	INSPECTOR 301	Россия	1	1,5	4000	25	10	Bitmap Image
5	Иркут-10	Россия	1,5	2	3000	70	15	Bitmap Image
6	БЛА Т10Э	Россия	1,5	2	5000	60	15	Bitmap Image
7	ZALA 421-16EM	Россия	1	2,5	3600	50	15	Bitmap Image
8	ДПЛА ГраНТ	Россия	3	3	3200	70	10	Bitmap Image
9	Типчак БЛА-05	Россия	14,5	3	3000	70	15	Bitmap Image
10	Орлан-3	Россия	1,8	3	7000	100	15	Bitmap Image
11	ALO Observation System	Испания	10	3	3500	60	30	Bitmap Image
12	ZALA 421-16E	Россия	1,5	3	3600	50	15	Bitmap Image
13	ZALA 421-16E2	Россия	1,5	4	3600	30	15	Bitmap Image
14	ZALA 421-16	Россия	3	4	3000	70	15	Bitmap Image
15	Mantarraya (RMS SA)	Чили	15	4	3000	100	20	Bitmap Image
16	Neptune (RQ-15)	США	9	4	2640	70	15	Bitmap Image
17	ZALA 421-16E5	Россия	5	5	3600	150	18	Bitmap Image
18	Skyblade IV	США	12	6	4572	100	20	Bitmap Image
19	ZALA 421-20	Россия	50	6	5000	120	20	Bitmap Image
20	A175 «Акула»	Россия	5	7	4000	100	15	Bitmap Image
21	Aeronautics «Orbiter 3»	Израиль	5,5	7	5500	100	18	Bitmap Image
22	Aerovision Fulmar	Испания	8	8	3400	100	20	Bitmap Image
23	Northrop «Bat-12»	США	34	9	6100	970	30	Bitmap Image
24	Arcturus T-20	США	36	16	4500	800	25	Bitmap Image
25	Орлан-10	Россия	5	18	5000	600	20	Bitmap Image
26	Armstechno «NIT»	Болгария	12	20	4000	500	30	Bitmap Image

Рис. 4. Значения характеристик БПЛА

Основными характеристиками для беспилотных летательных аппаратов при совершении мониторинга являются:

- масса полезной нагрузки;
- время работы от одного заряда АКБ;
- максимальная высота полета;
- радиус действия радиоканала;
- время оперативного реагирования и развертывания комплекса БПЛА.

В представленной базе данных помимо основных характеристик так же представлены: наименование БПЛА, страна-производитель и фото беспилотника [8-9].



Рис. 5. Основной запрос и форма БД

Основной интерфейс имеет кнопочный формат, что позволяет без затруднений работать с базой данных.

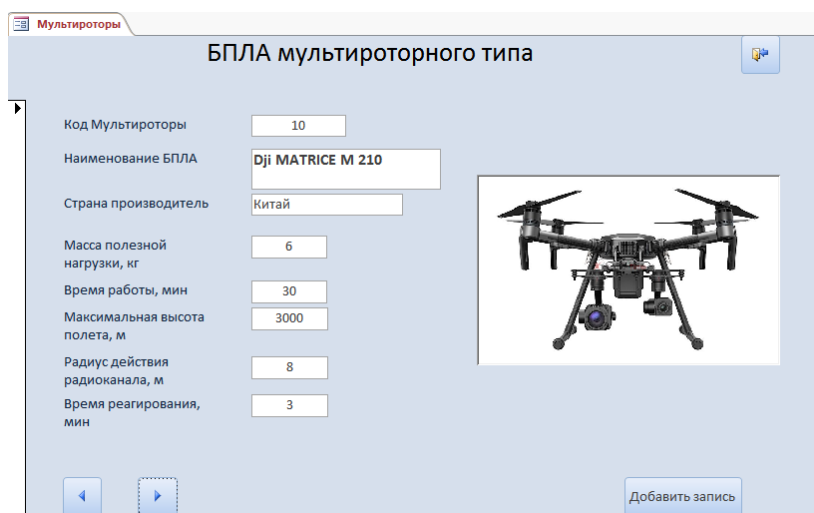


Рис. 6. Форма для системы мониторинга пожаров на открытых пространствах с помощью БПЛА мультироторного типа

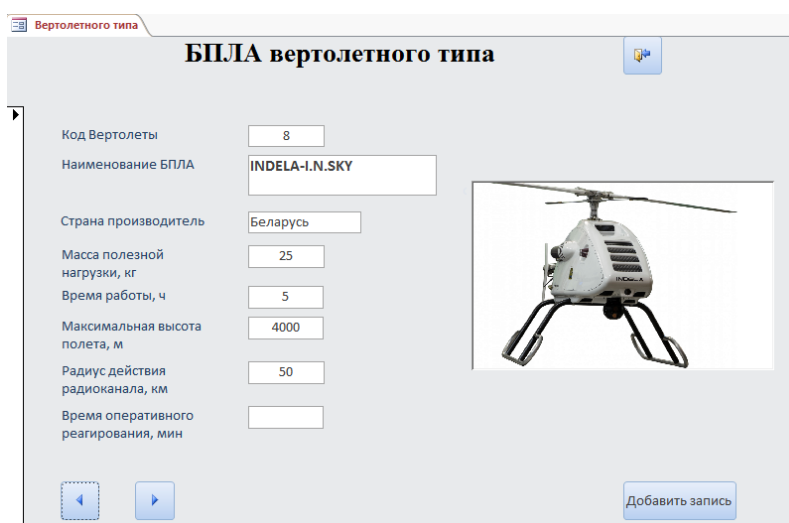


Рис. 7. Форма для системы мониторинга пожаров на открытых пространствах с помощью БПЛА вертолетного типа

Самолетного типа

БПЛА самолетного типа

Код Самолеты	<input type="text" value="4"/>
Наименование БПЛА	<input type="text" value="INSPECTOR 301"/>
Страна производитель	<input type="text" value="Россия"/>
Масса полезной нагрузки, кг	<input type="text" value="1"/>
Время работы, ч	<input type="text" value="1,5"/>
Максимальная высота п	<input type="text" value="4000"/>
Радиус действия радиоканала, км	<input type="text" value="25"/>
Время оперативного реагирования, мин	<input type="text" value="10"/>

Рис. 8. Форма для системы мониторинга пожаров на открытых пространствах с помощью БПЛА самолетного типа

Интерфейс, представленный на рисунках 5-8, дает удобное и полное восприятие информации о представленных характеристиках системы мониторинга ЧС.

Заключение

База данных, разработанная коллективом авторов, является информационным ресурсом системы мониторинга пожаров в зданиях, сооружениях и на открытых пространствах. Она содержит информацию о средствах систем мониторинга как стационарного, так и мобильного характера.

Применение базы данных на планирующем этапе мониторинга ЧС позволяет сократить временные ресурсы для поиска необходимой информации и выбора наиболее оптимального и рационального средства мониторинга по различным характеристикам для получения всей необходимой оперативно-тактической информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баканов М.О., Тараканов Д.В., Кузнецов А.В. Столяров А.В. Модели качества мониторинга пожаров и чрезвычайных ситуаций с учетом специфики их развития // Журнал «Мониторинг. Наука и Технологии», Республика Дагестан, г. Махачкала, 2018, с. 51-53.
2. Баканов М.О., Тараканов Д.В., Кузнецов А.В. Столяров А.В. Модель циклического мониторинга природных пожаров затяжного характера // Журнал «Мониторинг. Наука и Технологии», Республика Махачкала, г. Дагестан, 2019, с. 14-19.
3. Баканов М.О., Тараканов Д.В., Кузнецов А.В. Технологии обработки и получения фотоматериалов с использованием беспилотных летательных аппаратов // Материалы VIII всероссийской научно-практической конференции «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций», Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Железногорск, 2018, с. 267-270.
4. Бурый А.С., Шевкунов М.А. Подход к построению систем поддержки принятия решений при управлении беспилотными летательными аппаратами // Транспортное дело России. 2015. № 6. С. 199 - 202.
5. Гончаренко В.И., ЛуолЭ, Прус М.Ю. Мониторинг лесных пожаров группой беспилотных летательных аппаратов // Технологии техносферной безопасности. Вып. 4 (62). 2015.С. 154-163. <http://ipb.mos.ru/ttb>.

6. Кузнецов А.В., Баканов М.О., Тараканов Д.В. Анализ структурно-логической модели резервирования средств оперативного мониторинга пожаров // Журнал «Технологии техносферной безопасности», Академия ГПС МЧС, г. Москва, 2019, с. 99-107.

7. Муйкич Э., Татаринев В.В. Применение БПЛА для получения информации об обстановке в зоне очага возгорания // 9-я всеросс. конф. молодых учёных и специалистов "Будущее машиностроения России": сборник докладов. М.: изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. С. 507-510.

8. Беспилотные системы (БПЛА) – беспилотные воздушные суда (БВС), беспилотные летательные аппараты (БПЛА) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zala.aero> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 01.02.2020)

9. Список Российских и зарубежных беспилотных летательных аппаратов с описанием [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://russiandrone.ru/publications/spisok-rossiyskikh-i-zarubezhnykh-bespilotnykh-letatelnykh-apparatov-s-opisaniem/> - Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 18.02.2020)

УДК 519.711.3

С. Г. Мачтаков¹, О. А. Трибунских²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

²ФГКВБОУ ВО «Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

ОПТИМИЗАЦИЯ НАСАДКИ ВОДОИСПАРИТЕЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА

Аннотация: приведены результаты эксперимента, который проводился с целью поиска наилучших геометрических характеристик насадки водоиспарительного кондиционера. Для решения этой задачи изменялся коэффициент гидравлического сопротивления выходной решетки кондиционера. Это позволило найти параметры решетки, при которых эффективность кондиционера достигала максимального значения.

Ключевые слова: натурный эксперимент, задача оптимизации, водоиспарительный кондиционер, гидравлическое сопротивление.

S. G. Machtakov, O. A. Tribunskih

THE OPTIMIZATION OF WATER EVAPORATIVE CONDITIONER NOZZLE IN CONDUCTING THE EXPERIMENT

Abstract: the result of the experiment, which was conducted in order to find the best geometry of water evaporative conditioner nozzle are shown. As a solution to this problem the coefficient of hydraulic resistance lattice was change. This allowed us to find the parameters of the grid at which the efficiency of the air conditioner reached the maximum value.

Keywords: natural experiment, the task of optimizing, water evaporative conditioner, hydraulic resistance.

Основной характеристикой водоиспарительного кондиционера является его холодопроизводительность. Входной воздух (с температурой t_n и влажностью φ_n), нагнетаемый вентилятором, перемещается по основным («сухим») каналам. На выходе из них поток разделяется на две части с помощью выходной решетки. Одна его часть через решетку направляется в охлаждаемый объем (рабочий поток), а другая часть разворачивается

на 180° и направляется во вспомогательные («мокрые») каналы. Необходимо найти такие геометрические параметры выходной решетки кондиционера, чтобы добиться максимума холодопроизводительности. В качестве управляемого параметра при проведении эксперимента выступала плотность выходной решетки f_r , а длина каналов насадки L , температура T_{In} и влажность φ_{In} входного воздуха в качестве неуправляемых параметров. Внешний вид кондиционера показан на рис. 1.

Холодопроизводительность характеризует, какое количество тепла будет нейтрализовано кондиционером и определяется по следующей формуле (см. [1])

$$Q = C\rho G_3 \Delta T, \quad (1)$$

где $C = 1005$ (Дж/кг $^\circ\text{C}$) средняя изобарная теплоемкость воздуха; $\rho = 1.18$ (кг/м³) плотность воздуха; G_3 (м³/сек) объемный расход воздуха, подаваемого в охлаждаемое помещение; $\Delta T = T_{In} - T_{Ik}$ ($^\circ\text{C}$) перепад температуры по длине основных каналов.

Объемный расход воздуха G_3 и перепад температуры по длине основных каналов ΔT являются функцией от плотности выходной решетки f_r . Плотность выходной решетки определяется по формуле $f_r = \frac{\sum S_o}{S_r}$ (S_r – общая площадь решетки, S_o – сумма площадей отверстий).

При $f_r \rightarrow 0$ гидравлическое сопротивление решетки возрастает. Это приводит к тому, что больший объем воздуха начинает поступать во вспомогательные каналы, процессы тепло- массообмена в них значительно активизируются и перепад между температурой входного воздуха и температурой воздуха на выходе из кондиционера ΔT растет. Это ведет к росту холодопроизводительности. При этом с ростом сопротивления решетки происходит уменьшение потока воздуха, который поступает в охлаждаемый объем G_3 . Это дает обратный эффект.

При $f_r \rightarrow 1$ гидравлическое сопротивление решетки уменьшается. При этом все происходит с точностью до наоборот. Рабочий поток G_3 будет увеличиваться, а перепад температуры ΔT – уменьшаться. Первый фактор способствует росту холодопроизводительности, а второй уменьшает ее значение. В работах [2], [4] показано, что практический интерес представляют кондиционеры с длиной канала в диапазоне $0.2 \leq L \leq 0.35$ метра.

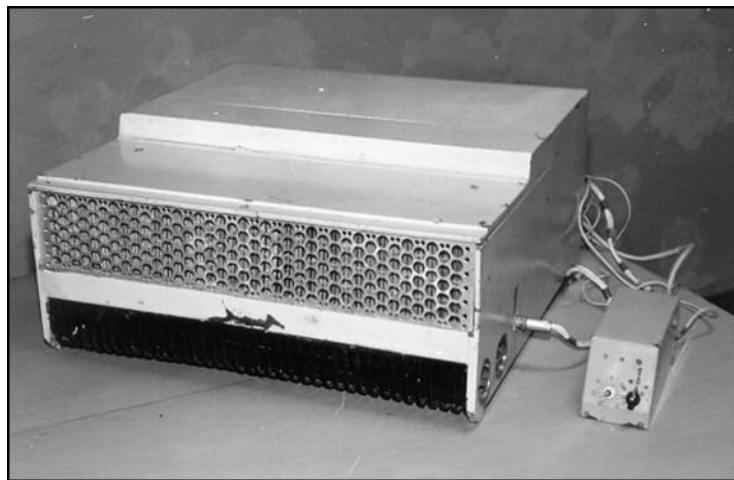


Рис. 1. Внешний вид водоиспарительного кондиционера

Как видно из выражения (1), для получения максимума холодопроизводительности необходимо, чтобы в помещение поступало как можно больше воздуха, и чтобы его

температура была как можно ниже. Однако добиться одновременного выполнения этих двух условий при изменении плотности решетки невозможно. Изменение гидравлического сопротивления решетки кондиционера, приводящие к увеличению одного из сомножителей в выражении (1) параллельно приводят к уменьшению другого.

В ходе проведения эксперимента задача скалярной оптимизации, приведенная в [3], была переформулирована для одного управляемого параметра. Она заключалась в поиске такого значения f_r , при котором установка будет обладать наибольшей холодопроизводительностью, то есть

$$Q(f_r) \xrightarrow{f_r \in D} \max, \quad (2)$$

где D область допустимых решений, определяемая следующими условиями $0.3 \leq f_r \leq 0.6$, $L = 0,26$, $G_1(f_r, L) \geq G_{1\min}$ при $T_{In} = const$, $\varphi_{In} = const$ и $P_V = P(G_1)$.

Экспериментальные исследования опытного образца охладителя проводились в лаборатории микроклимата кафедры безопасности жизнедеятельности. Целью эксперимента являлось определение влияния плотности решетки на перераспределение потоков воздуха и глубины охлаждения в кондиционере. Величина плотности решетки в ходе эксперимента изменялась в диапазоне от 0.3 до 0.6.

Скорость воздуха замерялась на выровненном потоке с помощью технического крыльчатого анемометра АСО-3, тип Б, который предназначен для измерения скоростей в пределах от 0.3 до 5 м/с при температуре воздуха от -10°C до $+50^{\circ}\text{C}$, погрешность измерения $\pm(0.05v+0.1)$ м/с, порог чувствительности 0.2 м/с. Для выравнивания потока на выходном патрубке устанавливали насадки круглого или прямоугольного сечения. Длина насадок равна четырем эквивалентным диаметрам патрубков. Температуру воздуха измеряли ртутным термометром с ценой деления 0.5°C , влажность воздуха аспирационным психрометром М-34, величину барометрического давления барометром-анероидом.

Насадка кондиционера имеет габаритные размеры 0.26 x 0.6 x 0.13 м. Ее каналы образованы из набора мипластовых пластин в количестве 207 штук. Высота пластин 0.125 м (из них 0.025 м погружено в воду, находящуюся в поддоне), длина пластин 0.26 м. Толщина пластин 0.8 мм. Ширины сухого и мокрого каналов равны 1.8 мм. Вентиляторный блок состоит из четырех вентиляторов. Плотность выходной решетки до начала эксперимента $f_r = 0.6$.

Изменение плотности выходной решетки осуществлялось заклеиванием части отверстий. После этого с помощью анемометра замерялась скорость рабочего потока (v_3) и скорость вспомогательного потока (v_2). Термометром измерялась температура рабочего потока воздуха, а затем определялся перепад температуры (ΔT). На основе полученных результатов для каждого опыта вычислялось значение холодопроизводительности (Q).

Опыты проводились при температуре входного воздуха $t_n = 37^{\circ}\text{C}$ и влажности $\varphi_n = 47\%$. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента при изменении плотности решетки

№ п/п	f_r	G_1 , м ³ /ч	G_2 , м ³ /ч	G_3 , м ³ /ч	ΔT , °C	Q , Вт
1	0,31	318.2	84.2	234	11	849
2	0,41	357.5	65.5	292	10	963
3	0.48	364	54	310	10	1023
4	0,6	368.5	51.5	317	9	941

Опишем алгоритм для численного расчета с использованием модели, которая приведена в [3]. Он состоит из следующих шагов.

1. Зададим положение рабочей точки на характеристике вентилятора. Теперь мы знаем значения давления в сухих каналах $p(b_1)=p_v$, расхода $G(b_1)=G_v = G1$ и температуры $T(b_1)=T_{In}$ (температура наружного воздуха).

2. Зададим для мокрых каналов значения расхода $G(b_2)=G2$ и температуры $T(b_2)=T_{2k}$. Из краевого условия в вершине b_2 определим значение давления $p(b_2)=p_{2k}$.

3. Заменяем дифференциальные уравнения, описывающие изменение давления и температуры, разностными. В сухих каналах эти уравнения будут иметь вид

$$T1[i+1] = T1[i] + \frac{\Delta x b a1}{G1 C1} (T1c[i] - T1[i]), \quad (3)$$

$$p1[i+1] = p1[i] - \frac{\Delta x A \text{vuz} p1[i] G1}{\rho 1 (T1[i+1]) 8 h^2 R (T1(i+1)+273)}$$

В мокрых каналах

$$T2[i+1] = T2[i] - \frac{\Delta x b}{G2 C2} [a2(T2c[i] - T2[i]) - C_p T2c[i] J], \quad (4)$$

$$p2[i+1] = p2[i] + \frac{\Delta x A \text{vuz} p2[i] G2}{\rho 2 (T2[i+1]) 8 h^2 R (T2(i+1)+273)}$$

На выходной решетке перепад давления описывается алгебраическим уравнением из-за конструктивных особенностей кондиционера, а температура не меняется.

На первом шаге решим уравнения (3) на интервале (b_1, b_1+h) , полагая, что значение температуры на интервале (b_2, b_2+h) не меняется и равно T_{2k} . Определим значение температуры $T1(b_1+h) = T_{In} - \Delta T1$. На следующем шаге решим уравнения (4) на интервале (b_2, b_2-h) . При этом изменение температуры на ребре (b_1, a) известно и равно $T_{In} - \Delta T1$. Затем снова решаем разностные уравнения на (b_1, a) и так далее пока не дойдем до внутренней вершины.

4. Определим во внутренней вершине a разности $p1(a) - p2(a)$ и $T1(a) - T2(a)$. Если их значения превышают заданную погрешность, то зададим новые значения расхода и температуры в начале мокрых каналов и повторим действия, описанные в пункте 3.

5. Если значения разностей $p1(a) - p2(a)$ и $T1(a) - T2(a)$ не будут превышать заданную погрешность, то после этого мы определяем величину рабочего потока $G3 = G1 - G2$ и значение давления во внутренней вершине со стороны третьего ребра $p3(a)$.

6. Если значения разностей $p1(a) - p3(a)$ и $p2(a) - p3(a)$ не превышают заданную погрешность, это значит, что мы правильно определили положение рабочей точки на характеристике вентилятора. В противном случае мы должны вернуться к пункту 1 алгоритма, задать новую рабочую точку и повторить вышеописанную последовательность шагов. При решении задачи важную роль играет выбор первоначальных значений расхода и температуры в конце мокрых каналов. В этом мы опираемся на результаты натурального эксперимента. По результатам исследований, изложенных в [3] известно, что температура воздуха $T(b_2)$ больше температуры воздуха в $T(b_1)$.

Как видно из результатов, правильным подбором плотности решетки для конкретных параметров входного воздуха можно добиться повышения эффективности работы охладителя. Данные, приведенные в таблице, показывают, что максимальное значение холодопроизводительности 1023 Вт достигается при плотности решетки равной 0.48. Полученные в ходе эксперимента результаты в дальнейшем были использованы для проверки адекватности динамической модели кондиционера, которая была сформулирована в [3]. Это в свою очередь позволило написать программу, в которой насадка кондиционера была рассмотрена как система с распределенными параметрами, а процессы, происходящие в

ней, описывались системой дифференциальных уравнений. В перспективе построенная модель может быть использована для оптимизации длины каналов насадки кондиционера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богословский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В.* Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. - М.: Стройиздат, 1985. - 367 с.
2. *Галкин Е.А.* Применение водоиспарительных охладителей для улучшения температурно-влажностных параметров в кабинах мобильных сельскохозяйственных машин: Автореф. дис. канд. технич. наук. - Воронеж, 1995. - 17 с.
3. *Галкин Е.А., Мачтаков С.Г., Трибунских О.А.* Параметрический синтез насадки водоиспарительного кондиционера // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018.- С.71-74.
4. *Шацкий В.П.* Реализация математической модели противоточных водоиспарительных охладителей воздуха // Информационные технологии и системы в учебном процессе и НИР. - Воронеж, ВГАУ, 1994. - С.78-93.

УДК 614.841.411:667.637

С. Н. Наконечный, К. А. Порядочнова, Д. А. Трунтов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЙ НА ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ ОБРАЗЦОВ ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ С ПОМОЩЬЮ КОНТРОЛЬНЫХ X- КАРТ ШУХАРТА

Аннотация: Данная статья посвящена изучению возможности применения контрольных карт Шухарта при проведении испытаний на воспламеняемость образцов древесины с использованием стандартной установки по определению групп воспламеняемости строительных материалов «ВСМ» в целях оценки стабильности процесса измерений. На основе стандартной методологии применения X-карт получены данные, отвечающие за сходимостъ и воспроизводимостъ изученного процесса образцов воспламенения древесины осины.

Ключевые слова: древесина осины; процесс воспламенения; тепловой поток; время воспламенения; контрольная карта Шухарта; сходимостъ; воспроизводимостъ.

S. N. Nakonechnyy, K. A. Poryadochnova, D. A. Truntov

STUDY OF STABILITY OF THE TEST PROCESS ON THE FLAMMABILITY OF SAMPLE WOOD SAMPLES USING X-CONTROL CARDS OF SHUHART

Abstract: The article is devoted to the study of the possibility of using control cards of Shuhart for testing the flammability of wood samples using the standard installation for determining the flammability groups of building materials “VSM” in order to assess the stability of the measurement process. Based on the standard methodology for the application of X-cards, data were obtained that are responsible for the convergence and reproducibility of the studied process of aspen wood ignition samples.

Keywords: aspen wood; ignition process; heat flux; ignition time; control card of Shuhart; convergence; reproducibility.

Целью данной работы является изучение процесса испытаний на воспламеняемость образцов древесины осины с помощью контрольных X-карт Шухарта, которые позволяют определить наличие стабильности процесса и получить достоверные, сходимые и воспроизводимые результаты испытаний. Данная работа является продолжением исследований в области изучения процессов воспламенения и самовоспламенения древесины лиственных и хвойных пород [3].

В качестве объекта исследования была рассмотрена древесина осины, с образцами которой были проведены испытания по методике, определенной ГОСТ 30402-96 [1]. Сущность метода, применяемая аппаратура, образцы и их подготовка к испытаниям более подробно описаны в предыдущих работах [3].

Основной задачей работы было рассмотрение сигналов, олицетворяющих точность и правильность применяемой методики, на основе обработки полученных экспериментальных данных. Для подобного рода занятий существуют различные математические методы. К одним из них относят определение ошибок проведенных измерений, а именно, расчет погрешности.

Известно, что погрешность измерений по источнику возникновения состоит из трех составляющих частей: методической, инструментальной и субъективной. Так, первые возникают из-за недостаточной разработанности или несовершенства метода измерения, измерительной схемы или ее элементов. Инструментальные погрешности связаны с конструктивными, технологическими, схемными недостатками приборов и неточной градуировкой, а также погрешностями отсчета, определяемыми ценой деления у аналоговых приборов и единицей наименьшего разряда у цифровых. Так, для измеренных значений массы образцов древесины значением погрешности является класс точности измерительного прибора (весов). В соответствии с технической документацией, для весов установлена погрешность в 0,01 г. Аналогично определяются погрешности измерений габаритов образцов (линейка, штангенциркуль), времени (секундомер), влажности (влагомер), прибор для измерения плотности теплового потока (ИПП-2) и установка для определения групп воспламеняемости строительных материалов («ВСМ»). Субъективные погрешности обусловлены несовершенством органов чувств оператора, невниманием при измерениях и индивидуальными особенностями. При использовании цифровых приборов субъективные погрешности отсутствуют.

Так как при исследованиях использовались цифровые приборы, то субъективной погрешностью (ввиду ее небольшого значения) можно пренебречь.

Грубые ошибки, промахи (существенное превышение величины погрешности, ожидаемой при данных условиях измерения, появляющееся в результате неправильной записи показаний прибора, неправильного отсчета по прибору) при расчетах не учитывались и в общей оценке участия не принимали.

В настоящей работе был применен метод оценки стабильности процесса испытаний и сходимости и воспроизводимости полученных результатов с использованием контрольных карт Шухарта.

Целью контрольных карт является обнаружение неестественных изменений в данных из повторяющихся процессов и нахождение критериев для обнаружения отсутствия статистической управляемости. Если процесс неуправляем, то главная задача – приведение процесса в стабильное состояние, для чего нужно найти коренные причины вмешательства в систему и устранить их. Процесс находится в статистически управляемом состоянии, если изменчивость вызвана только случайными причинами. При определении этого приемлемого уровня изменчивости любое отклонение от него считают результатом действия особых причин, которые следует выявить, исключить или ослабить. Использование контрольных карт и их тщательный анализ ведут к лучшему пониманию и совершенствованию процессов. Более подробно принципы построения контрольных карт Шухарта приведены в ГОСТ Р 50779.42-99 [2].

Поэтому для оценки стабильности и управляемости процесса испытаний на воспламеняемость древесины осины (целью которых является получение достоверных, сходимых и воспроизводимых данных) мы использовали один из статистических методов управления качеством процесса – контрольные карты средних арифметических (\bar{X}), применяемые в случае контроля по количественному признаку (значения длины, массы, прочности на разрыв и др.). В нашем случае количественным признаком выступают показатели воспламеняемости образцов осины. Данные для построения \bar{X} -карт представлены в табл. 1-2 и рис. 1-2.

Таблица 1. Данные для построения контрольной карты Шухарта (\bar{X} -карты) для испытаний на воспламеняемость необработанной древесины осины (при $q_v = 15 \text{ кВт/м}^2$)

Номер п/п	Значение	$\mu - 3\sigma$	$\mu - 2\sigma$	μ	$\mu + 2\sigma$	$\mu + 3\sigma$
01	93	74,05	80,30	92,80	105,30	111,55
02	84	74,05	80,30	92,80	105,30	111,55
03	95	74,05	80,30	92,80	105,30	111,55
04	101	74,05	80,30	92,80	105,30	111,55
05	97	74,05	80,30	92,80	105,30	111,55
06	96	74,05	80,30	92,80	105,30	111,55
07	88	74,05	80,30	92,80	105,30	111,55
08	91	74,05	80,30	92,80	105,30	111,55
09	83	74,05	80,30	92,80	105,30	111,55
10	100	74,05	80,30	92,80	105,30	111,55

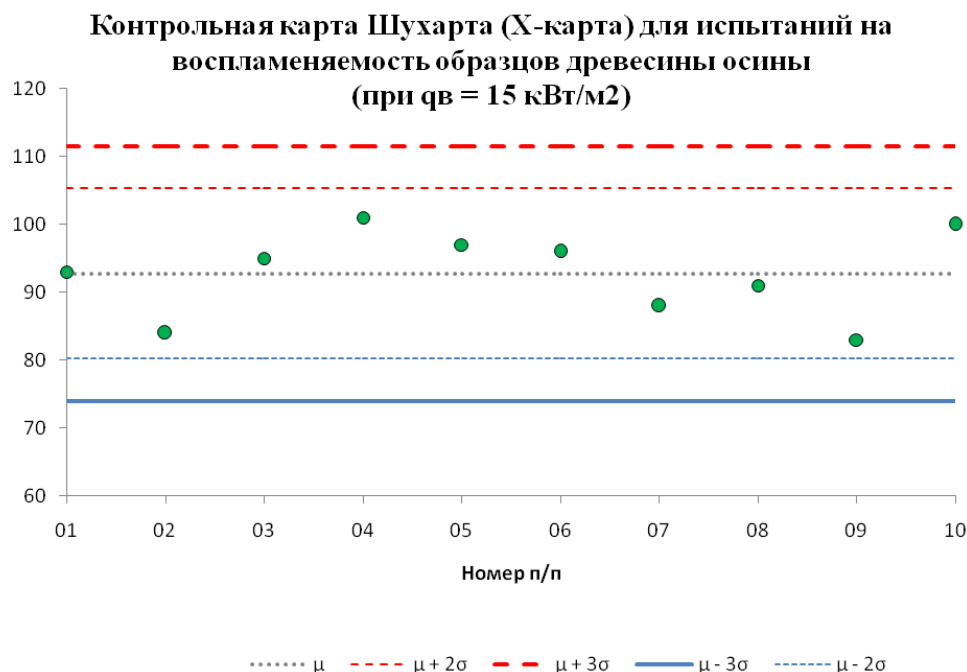


Рис. 1. \bar{X} -карта для испытаний на воспламеняемость необработанной древесины осины (при $q_v = 15 \text{ кВт/м}^2$)

Таблица 2. Экспериментальные данные для построения X-карты по испытаниям на воспламеняемость необработанной древесины осины (при $q_v = 20 \text{ кВт/м}^2$)

Номер п/п	Значение	$\mu - 3\sigma$	$\mu - 2\sigma$	μ	$\mu + 2\sigma$	$\mu + 3\sigma$
01	54	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
02	57	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
03	51	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
04	50	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
05	53	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
06	61	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
07	54	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
08	47	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
09	60	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58
10	45	32,42	37,78	48,50	59,22	64,58

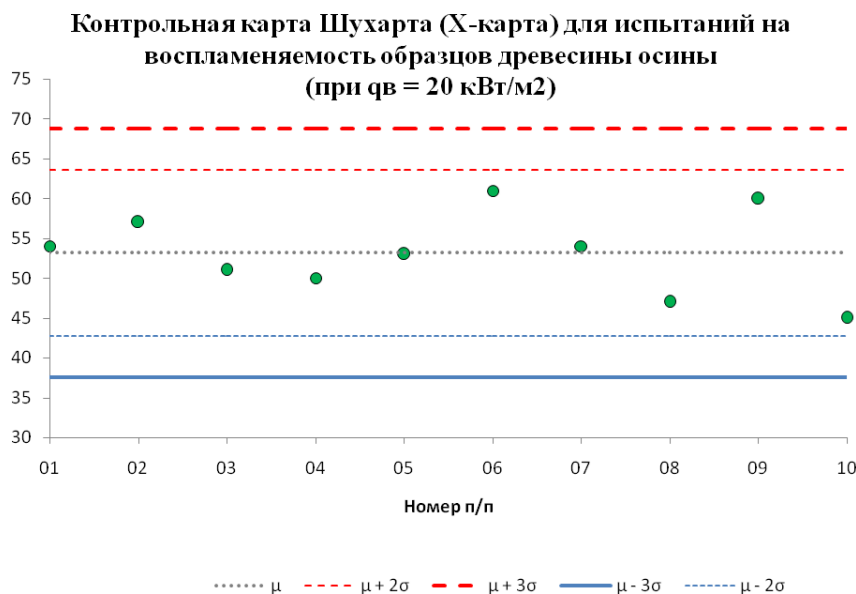


Рис. 2. X-карта для испытаний на воспламеняемость необработанной древесины осины (при $q_v = 20 \text{ кВт/м}^2$)

Проанализируем полученные контрольные карты Шухарта на наличие особых точек, свидетельствующих о том, что процесс испытаний выходит из-под контроля и становится статистически неуправляемым.

1) «Тест одной точки»: точка выходит за контрольные пределы (рис. 3) – данный сигнал отсутствует.

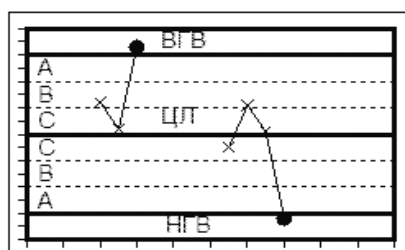


Рис. 3. «Тест одной точки»

2) «Тест “5”»: четыре из пяти последовательных точек находятся с одной стороны от центральной линии в зоне В или дальше (рис. 4) – сигнал отсутствует.

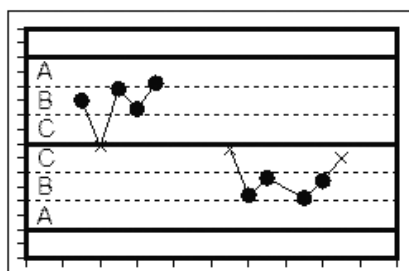


Рис. 4. «Тест “5”»

3) «Тест “8”»: восемь последовательных точек находятся вне зоны С с обеих сторон от центральной линии (рис. 5) – сигнал отсутствует.

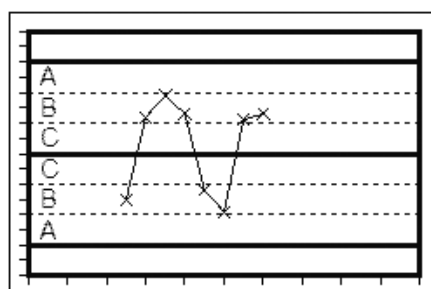


Рис. 5. «Тест “8”»

4) «Тест “14”»: есть 14 последовательных точек, чередующихся вверх-вниз (рис. 6) – сигнал отсутствует.

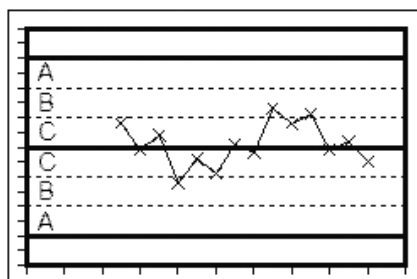


Рис. 6. «Тест “14”»

5) «Тест “3”»: две из трех последовательных точек находятся с одной стороны от центральной линии в зоне А или дальше (рис. 7) – сигнал отсутствует.

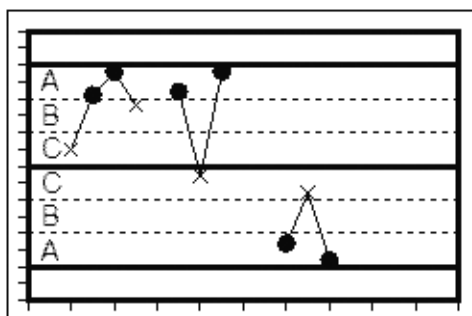


Рис. 7. «Тест “3”»

6) «Тест “6”»: шесть последовательных точек расположены по возрастанию или по убыванию (рис. 8) – сигнал отсутствует.

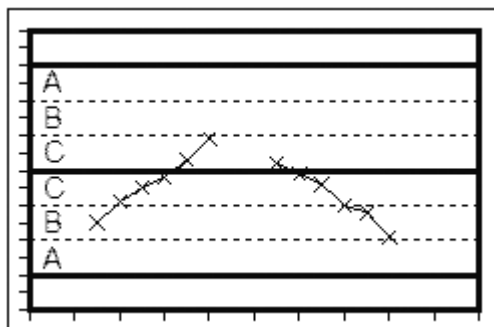


Рис. 8. «Тест “6”»

7) «Тест “9”»: девять последовательных точек находятся с одной стороны от центральной линии (рис. 9) – сигнал отсутствует.

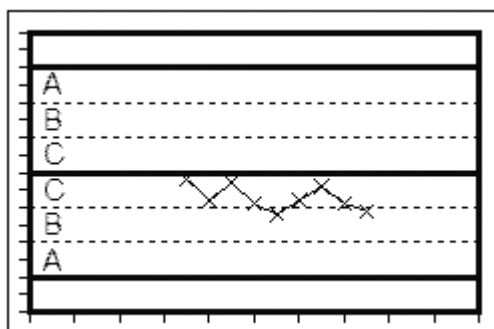


Рис. 9. «Тест “9”»

8) «Тест “15”»: есть 15 последовательных точек в зоне C (по обе стороны от центральной линии) (рис. 10) – сигнал отсутствует.

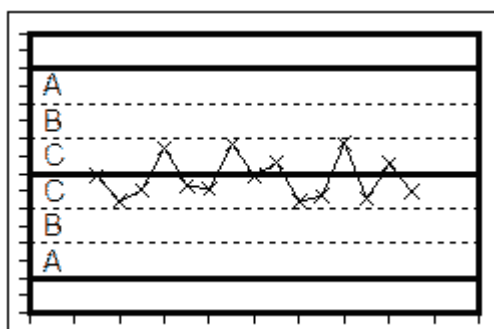


Рис. 10. «Тест “15”»

Контрольные карты Шухарта для процесса испытаний на воспламеняемость образцов древесины осины, представленные на рис. 1 и 2, показывают, что процесс находится в стабильном и статистически управляемом состоянии, так как ни одна точка результатов испытаний не выходит за границы нижних и верхних контрольных линий. Анализ карт показал, что особые точки на карте отсутствуют, процесс испытаний позволяет получать сходимые и воспроизводимые достоверные результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.
2. ГОСТ Р 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.
3. Наконечный С.Н. Исследование процессов воспламенения и самовоспламенения огнезащищенных образцов древесины хвойных пород // Проблемы и перспективы пожарно-технической экспертизы и надзора в области пожарной безопасности: сборник трудов секции № 11 XXVIII Международной научно- практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 22 марта 2018 года. – ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2018. – 72 с.

УДК 519.23: 614.849

А. Н. Петров

ФГБВОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОЖАРОВ

Аннотация: Проведен анализ опубликованных за последние 10 лет работ отечественных авторов, посвященных прогнозированию пожаров. Анализ показал, что абсолютное большинство авторов используют метод экстраполяции временного ряда. Выявлен ряд существенных недостатков в опубликованных прогнозах количества пожаров в различных регионах России, проведена их группировка и анализ. Обоснована сложность в оценке практической значимости опубликованных моделей прогнозирования количества пожаров в управлении распределением ресурсов для их тушения в конкретном регионе.

Ключевые слова: пожары, прогнозирование, временной ряд, экстраполяция, метод наименьших квадратов, прогностические характеристики модели, верификация прогноза.

A. N. Petrov

TO THE QUESTION OF FIRE FORECASTING

Abstract: The analysis of the works of domestic authors on fire forecasting published over the past 10 years is carried out. The analysis showed that the vast majority of authors use the time series extrapolation method. A number of significant shortcomings were revealed in published forecasts of the number of fires in various regions of Russia, their grouping and analysis were carried out. The difficulty in assessing the practical significance of published models for predicting the number of fires in managing the distribution of resources to extinguish them in the region is substantiated.

Keywords: fires, forecasting, time series, extrapolation, least squares method, predictive characteristics of the model, forecast verification.

В настоящее время основные усилия противопожарной службы направлены на сокращение числа пожаров и смягчение последствий от них. Это достигается, в том числе, за счет применения современных технологий прогнозирования и тушения пожаров. Адекватное прогнозирование пожарной обстановки является необходимым условием для принятия качественных управленческих решений, направленных на обеспечение пожарной безопасности необходимыми ресурсами.

В современной отечественной литературе к понятию «прогнозирование пожаров» сложилось два принципиально разных определения. Первое: согласно «ГОСТ Р 22.1.02-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения» [3] под прогнозированием пожаров подразумевается определение вероятности

возникновения и динамики развития пожаров. Второе: с точки зрения прогностики (науки о законах и способах разработки прогнозов) – это разработка научно обоснованного суждения [4] о количестве пожаров, которое может произойти на анализируемой территории за определенный интервал времени в будущем. Это суждение хотя и носит вероятностный характер, должно обладать определенной степенью достоверности [4].

В настоящей работе будем придерживаться второго определения. Вопросам прогнозирования числа пожаров необходимо уделять особое внимание, так как от правильности оценки данной чрезвычайной ситуации будет зависеть своевременное принятие необходимых мер для их тушения, защиты населения и других мероприятий.

Актуальность прогноза количества пожаров в регионе состоит не в том, чтобы он исполнился, а в том, чтобы обеспечить противопожарные службы необходимыми ресурсами в достаточном количестве для тушения прогнозируемого количества пожаров.

Основным элементом информационной базы построения прогноза количества пожаров на территории региона служит временной ряд количества пожаров достаточной длины.

Временной ряд (или ряд динамики) - собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо показателей (параметра) исследуемого явления. Каждая единица статистического материала называется отсчетом или его уровнем на указанный момент времени [2]. Во временном ряде для каждого отсчета должно быть указано время измерения или номер измерения по порядку.

Анализ временных рядов позволяет:

- выявить скрытые закономерности во временных рядах,
- построить математические модели этих закономерностей,
- провести прогнозирование будущих значений временного ряда по настоящим и прошлым значениям.

Прогнозирование должно основываться на следующих принципах [2]:

- а) вариативность (альтернативность) – разработка вариантов прогноза исходя из особенностей рабочей гипотезы и поставленной цели;
- б) непрерывность – корректировка прогнозов по мере необходимости при поступлении новых данных об объекте прогнозирования и среды его функционирования;
- в) верифицируемость – определение достоверности, точности и обоснованности прогноза;
- г) рентабельность – превышение экономического эффекта от использования прогноза над затратами на его разработку.

Необходимо отметить, что не существует универсальных методов прогнозирования на все случаи жизни. Основные методы прогнозирования приведены на рис. 1.

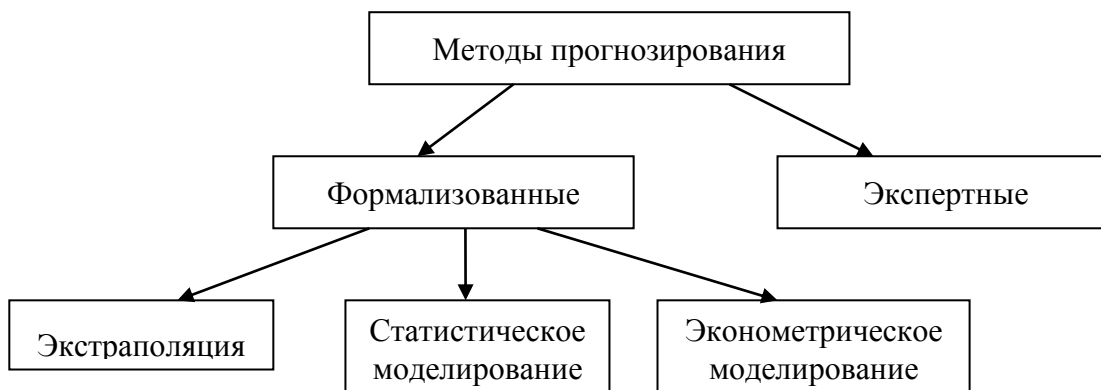


Рис. 1. Методы прогнозирования

Формализованные методы используются в том случае, когда информация об объекте прогнозирования носит в основном количественный характер, а влияние различных факторов можно описать с помощью математических формул. Поэтому именно их следует использовать при прогнозировании пожаров.

Анализ опубликованных за последние 10 лет в отечественной литературе статей, посвященных прогнозированию количества пожаров, показал, что абсолютное большинство авторов используют метод экстраполяции временного ряда.

Экстраполяция временного ряда – распространение тенденций, установленных в прошлом, на будущий период [4].

Проведенный анализ отечественной научной литературы позволил выявить ряд существенных недостатков в опубликованных прогнозах количества пожаров в различных регионах России, которые можно объединить в две большие группы.

Первая группа: шаг анализируемого временного ряда.

Большинство авторов в качестве информационной базы прогноза используют временной ряд годового количества пожаров в регионе и минимальным периодом упреждения прогноза является год.

В качестве примера, на рис. 2 приведена графическая иллюстрация временного ряда количества пожаров в Российской Федерации за 18 лет. Рисунок построен на основе официальных статистических данных, опубликованных в [6-9].

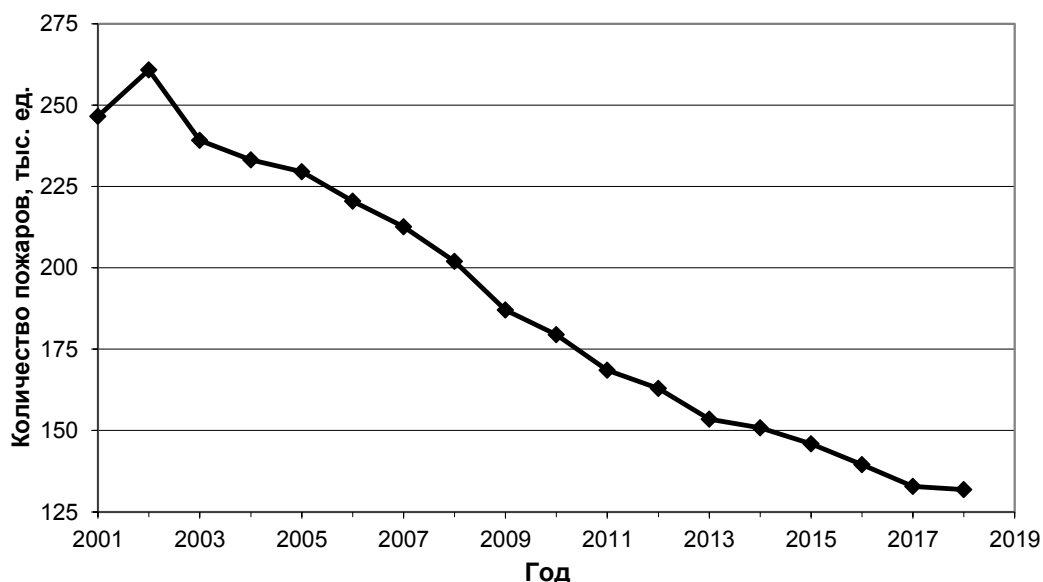


Рис. 2. Динамика количества пожаров в России за 18 лет

Как видно на рис. 2, годовое количество пожаров в России монотонно сокращается (исключением явился 2002 год). Поэтому прогноз количества пожаров на следующий год не обладает существенной информационной значимостью для выделения ресурсов на их тушение: ресурсы можно выделить в объеме фактического расхода за предыдущий период.

Информационный интерес представляет временной ряд ежемесячного количества пожаров в регионе или стране (см. рис.3). Источником статистических данных для построения рис. 3 послужили статистические сборники [6-9]. Как видно на рис. 3, поведение анализируемого динамического ряда резко изменилось при сокращении шага наблюдения до месяца. Поэтому для распределения выделенных на год ресурсов на тушение пожаров по месяцам актуальным является прогнозирование ежемесячного количества пожаров в регионе с точностью, приемлемой для практического использования.

В отечественной научной литературе есть ряд работ, посвященных прогнозированию количества пожаров в регионе с шагом в один месяц, но информационной базой полученных прогнозов служат статистические данные за истекший год. Это резко снижает

информационную значимость полученных прогнозов в плане управления распределением ресурсов на тушение пожаров по месяцам текущего года.

Вторая группа: обоснование используемой методики прогнозирования и верификация полученного прогноза.

В этой группе можно выделить три недостатка в опубликованных отечественными авторами прогнозов количества пожаров.

1. Отсутствие обоснования применения метода наименьших квадратов для оценки параметров полученной регрессионной модели анализируемого временного ряда.

Во всех работах, посвященных прогнозированию количества пожаров, для построения регрессионной модели анализируемого временного ряда используется классический метод наименьших квадратов. Но не в одной работе нет обоснования правомочности применения этого метода для построения адекватной регрессионной модели конкретного ряда динамики числа пожаров.

Метод наименьших квадратов – это математико-статистический прием, служащий для выравнивания динамических рядов и выявления формы корреляционной связи между случайными величинами [4]. Состоит в том, что функция, описывающая анализируемое явление и содержащая случайную компоненту, аппроксимируется более простой детерминированной функцией. Причем последняя подбирается с таким расчетом, чтобы среднеквадратическое отклонение фактических значений анализируемой функции в наблюдаемых точках было наименьшим от выровненных.

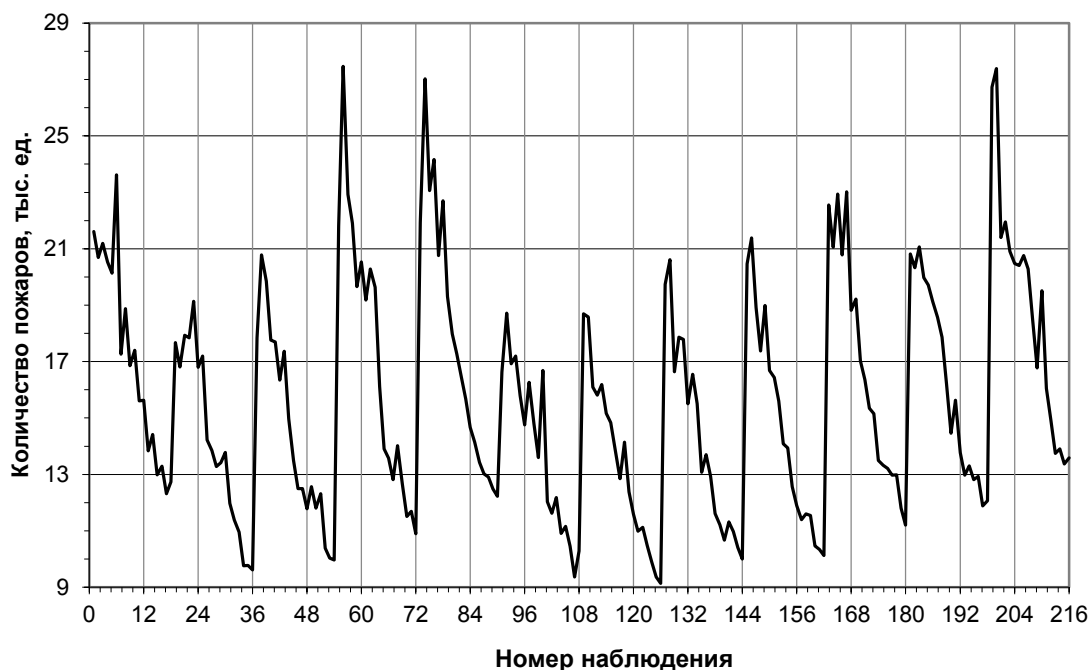


Рис. 3. Динамика ежемесячного количества пожаров в России за 18 лет

Поскольку получаемые оценки параметров регрессионной модели основаны на статистических данных и являются случайными величинами, то необходимо установить свойства этих оценок, как случайных величин. Более того, не выяснив этих свойств, невозможно сделать обоснованных выводов относительно качества и надежности полученных оценок. Необходимо, в частности, определить такие их статистические характеристики, как математическое ожидание, дисперсия, несмещенность и состоятельность [1].

Согласно теореме Гаусса—Маркова [1] оценки параметров регрессионной модели методом наименьших квадратов будут обладать такими свойствами, как несмещенность, состоятельность и эффективность (оптимальность) при выполнении следующих 5 условий:

- 1) модель данных правильно специфицирована (отсутствует недоопределённость модели и коллинеарность между факторами);
- 2) все уровни временного ряда детерминированы и не все равны между собой;
- 3) случайные остатки регрессии (ошибки аппроксимации) не носят систематического характера;
- 4) дисперсия ошибок одинакова (гомоскедастичность ошибок аппроксимации);
- 5) остатки регрессии не коррелированы.

Применяя метод наименьших квадратов для аппроксимации конкретного временного ряда необходимо выдвинуть и подтвердить 5 статистических гипотез о выполнении перечисленных условий с уровнем значимости не выше 0,1. Сделать это можно, проведя статистический анализ случайных остатков полученной регрессионной модели [1, 10]. Если хотя бы одна из пяти статистических гипотез не подтвердилась, то для параметризации регрессионной модели анализируемого временного ряда необходимо использовать обобщенный метод наименьших квадратов или метод максимального правдоподобия [1, 9].

2. Отсутствуют статистические характеристики полученных коэффициентов регрессионной модели временного ряда количества пожаров.

В статьях приведены только численные значения коэффициентов регрессионной модели. Для оценки адекватности полученной модели необходимо указывать следующую информацию для каждого коэффициента: стандартная ошибка, значение t - критерия Стьюдента, уровень значимости, стандартизированное значение коэффициента [1, 10].

Особенно важно определить статистическую значимость свободного члена регрессионной модели. Если в линейной модели регрессии отсутствует свободный член (т.е. он статистически незначим), то, оценивая такое уравнение по методу наименьших квадратов, анализируются лишь те прямые (гиперплоскости в случае множественной регрессии), которые проходят через начало координат. При этом дисперсия рассчитывается на основании вариации не относительно среднего значения объясняющей переменной, а относительно нуля. Это приводит к завышению численного значения факторной дисперсии на одну степень свободы при сохранении величины остаточной дисперсии на одну степень свободы. Соответственно такое завышение факторной дисперсии приводит к завышенному значению коэффициентов корреляции, детерминации и численного значения F – критерия Фишера для модели. В работе [5] показано, что отсутствие свободного члена в линейной регрессионной модели приводит завышению истинных значений коэффициента детерминации в 1,3-1,5 раза, F – критерия Фишера – в 110-160 раз.

3. Верификация прогноза.

Верификация прогнозов – это процедура, предусматривающая определение степени достоверности, точности и обоснованности прогноза [2, 10]. Она обычно состоит из двух этапов: оценка прогностических качеств полученной модели и определения ошибки полученного прогноза.

Все отечественные авторы для подтверждения хороших прогностических качеств полученной модели приводят значение коэффициента детерминации. С учетом изложенного в пунктах 1 и 2, численные значения коэффициента детерминации опубликованных моделей могут оказаться завышены. Для оценки прогностических качеств модели целесообразно использовать среднюю ошибку аппроксимации [2, 10].

К сожалению, абсолютное большинство работ отечественных авторов, опубликованных за последние 10 лет, не содержит численной оценки ошибки полученных прогнозов. В связи с этим сложно оценить практическую значимость предложенной в публикации методики прогнозирования количества пожаров в управлении распределением ресурсов для их тушения в конкретном регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1998. 1022 с.
2. Афанасьев В. Н., Юзбашев М. М. Анализ временных рядов и прогнозирование. М.: Финансы и статистика, 2001. 228 с.
3. ГОСТ Р 22.1.02-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения.
4. Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2003. 520 с.
5. Петров А. Н. Эконометрические модели индекса валового регионального продукта // Экономический анализ: теория и практика. 2010. №31 (196). С. 43-52.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2005 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2006. 139 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2008 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2009. 137 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 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
10. Эконометрика: Учебник / под ред. И. И. Елисеевой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2006. 576 с.

УДК 614.84

А. А. Порошин, В. В. Харин, Е. В. Бобринев, А. А. Кондашов, Е. Ю. Удавцова
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны
МЧС России»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

Аннотация: Проведен сравнительный анализ показателей, используемых для оценки уровня пожарной опасности объектов защиты. Статистические распределения показателей «количество пожаров с гибелью людей» и «количество людей, погибших при пожарах», построенные для разных категорий объектов защиты, показывают, что первый показатель позволяет получить более точную оценку, соответствующие ему распределения хорошо описываются нормальным законом со стандартными параметрами. Предлагается при оценке уровня пожарной опасности вместо показателя «количество людей, погибших при пожарах» использовать показатель «количество пожаров с гибелью людей».

Ключевые слова: уровень пожарной опасности, объект защиты, количество пожаров, гибель, закон распределения, уровень значимости.

A. A. Poroshin, V. V. Kharin, E. V. Bobrinev, A. A. Kondashov, E. Yu. Udavtsova

USE OF STATISTICAL ANALYSIS METHODS FOR COMPARATIVE ASSESSMENT OF FIRE HAZARD LEVELS OF PROTECTION OBJECTS

Abstract: A comparative analysis of the indicators used to assess the level of fire hazard of protection objects is carried out. Statistical distributions of the indicators "number of fires with loss of life" and "number of people killed in fires", built for different categories of protection objects, show that the first indicator allows you to get a more accurate estimate, the corresponding distributions are well described by the normal law with standard parameters. It is proposed to use the indicator "number of fires with loss of life" instead of the indicator "number of people killed in fires" when assessing the level of fire danger.

Keywords: fire hazard level, object of protection, number of fires, death, distribution law, significance level.

В последнее время значительно возрастает потребность в разработке и практическом использовании методов для оценки уровня пожарной опасности объектов защиты [1, 2]. Одной из причин этого является переход от жесткого нормирования требований пожарной безопасности к гибкому или объектно-ориентированному нормированию, который происходит в большинстве промышленно развитых стран [3, 4]. Такая тенденция нашла отражение в основах государственной политики в области пожарной безопасности на период до 2030 года, утвержденных указом Президента Российской Федерации от 1 января 2018 г. № 2. В перечне задач государственной политики в области пожарной безопасности на первом месте стоит оценка уровня пожарной опасности на территории Российской Федерации, определение комплекса задач по их предотвращению.

Разными авторами рассматриваются различные показатели, которые характеризуют те или иные аспекты уровня пожарной опасности [5-10]. Важнейшее значение среди них имеют показатели, характеризующие опасность для человека погибнуть при пожаре. Для таких оценок на основе статистических данных обычно используют отношение количества погибших людей при пожарах к какому-либо показателю (количество пожаров, количество объектов определенной категории, количество людей (на объекте, в селе, городе, субъекте, стране и т.д.)).

Однако оценка уровня пожарной опасности объекта защиты с использованием усредненных статистических данных по количеству погибших людей при пожарах требует достаточно сложного анализа с привлечением математико-статистических методов [11].

Такое сопоставление проведено в работе [12], в которой автор, используя формулу Бернулли и асимптотическое приближение Пуассона показывает, что, если на объектах защиты возникают опасные факторы пожара и достигают критических значений для человека с вероятностью 10^{-6} в год, то теоретически оцениваемое количество жертв пожаров должно составлять примерно 9 человек в расчете на один миллион жителей.

В настоящей работе рассматривается альтернативный подход к оценке уровня пожарной опасности – предлагается вместо показателя «количество людей, погибших при пожарах» использовать показатель «количество пожаров с гибелью людей».

Для обоснования такого подхода был проведен статистический анализ данных о пожарах в Российской Федерации за период с 2012 по 2018 гг. [13,14]. Использовались статистические данные об общем количестве пожаров, количестве пожаров с гибелью людей и количестве погибших на пожарах на промышленных объектах различных отраслей производства, а также в общественных зданиях различного функционального назначения, в многоквартирных и многоквартирных жилых домах различной этажности.

Количество пожаров с гибелью людей для объектов k -ой категории имеет биномиальное распределение, при этом оценка вероятности того, что в результате пожара на объектах k -ой категорий погибнут люди, равна

$$p_k = \frac{N_{k,п.гиб}}{N_{k,пож}}, \quad (1)$$

где $N_{k,пож}$ – количество пожаров на объектах k -ой категории за рассматриваемый период, ед., $N_{k,п.гиб}$ – количество пожаров с гибелью людей на объектах k -ой категории за рассматриваемый период, ед.

Было построено распределение величины

$$\delta_{ki} = \frac{(N_{ki,п.гиб} - N_{k,п.гиб})}{\sqrt{N_{k,пож} p_k q_k}}, \quad (2)$$

где $N_{ki,пож}$ – количество пожаров на объектах k -ой категории в i -ом году, ед., $N_{ki,п.гиб}$ – количество пожаров с гибелью людей на объектах k -ой категории в i -ом году, ед., $q_k = 1 - p_k$. Величина δ_{ki} характеризует степень отклонения количества пожаров с гибелью людей для k -ой категории объектов в i -ом году от среднего значения, при этом производится нормировка на среднеквадратичное отклонение. Для обеспечения статистической однородности результатов отбирались только те группы объектов, для которых за рассматриваемый период произошло не менее 500 пожаров. Полученное распределение показано на рисунке 1.

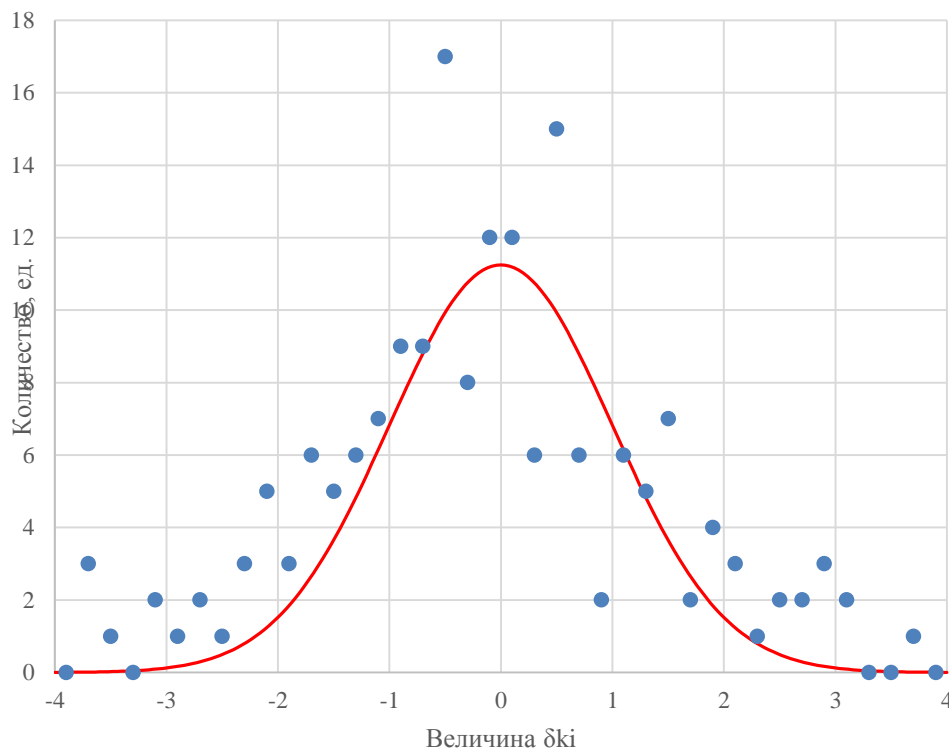


Рис. 1. Распределение величины δ_{ki} . Кривая – стандартное нормальное распределение

Была проведена аппроксимация полученного распределения методом наименьших квадратов с использованием стандартного нормального распределения [15]. В результате аппроксимации получено значение χ^2 -статистики 55,7 (количество степеней равно 39), что превышает 95-процентную точку распределения $\chi^2(39)$, составляющую 54,6. Следовательно, на уровне значимости 5% величина δ_{ki} не описывается стандартным нормальным распределением.

Отклонение распределения величины δ_{ki} от стандартного нормального может быть связано с уменьшением общего количества пожаров за период с 2012 по 2018 гг., что приводит к росту дисперсии величины δ_{ki} . За рассматриваемый период количество пожаров с гибелью людей сократилось более чем на 30% [13]. Чтобы исключить влияние данного фактора, было построено распределение модифицированной величины δ'_{ki}

$$\delta'_{ki} = \frac{(N_{ki,п.гиб}/N_{ki,пож} - p_k)}{\sqrt{p_k q_k / N_{k,пож}}}. \quad (3)$$

Полученное распределение показано на рисунке 2. В результате аппроксимации с использованием стандартного нормального распределения получено значение χ^2 -статистики 21,5, что не превышает 95-процентную точку распределения $\chi^2(39)$. Таким образом, величина δ'_{ki} имеет стандартное нормальное распределение.

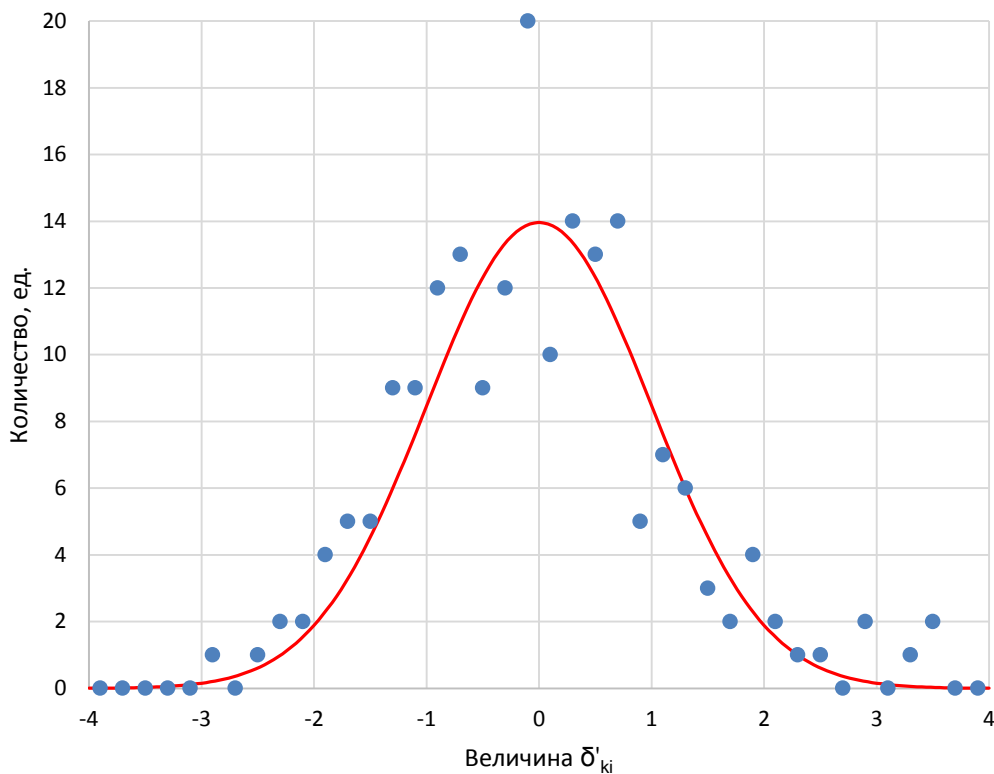


Рис. 2. Распределение величины δ'_{ki} . Кривая – стандартное нормальное распределение.

Для сравнения был проведен анализ распределения величины

$$\xi_{ki} = \frac{(N_{ki,гиб}/N_{ki,пож} - \bar{p}_k)}{\sqrt{\bar{p}_k \bar{q}_k / N_{k,пож}}}, \quad (4)$$

где вместо количества пожаров с гибелью людей использована величина $N_{ki,гиб}$ - количество погибших на пожарах на объектах k -ой категории в i -ом году, чел., $\bar{p}_k = N_{k,гиб}/N_{k,пож}$, $\bar{q}_k = 1 - \bar{p}_k$. Распределение величины ξ_{ki} показано на рисунке 3. В результате аппроксимации для стандартного нормального распределения получено значение χ^2 -статистики 63,8, что превышает 95-процентную точку распределения $\chi^2(39)$. Таким образом, можно сделать заключение, что на уровне значимости 5% величина ξ_{ki} не описывается стандартным нормальным распределением.

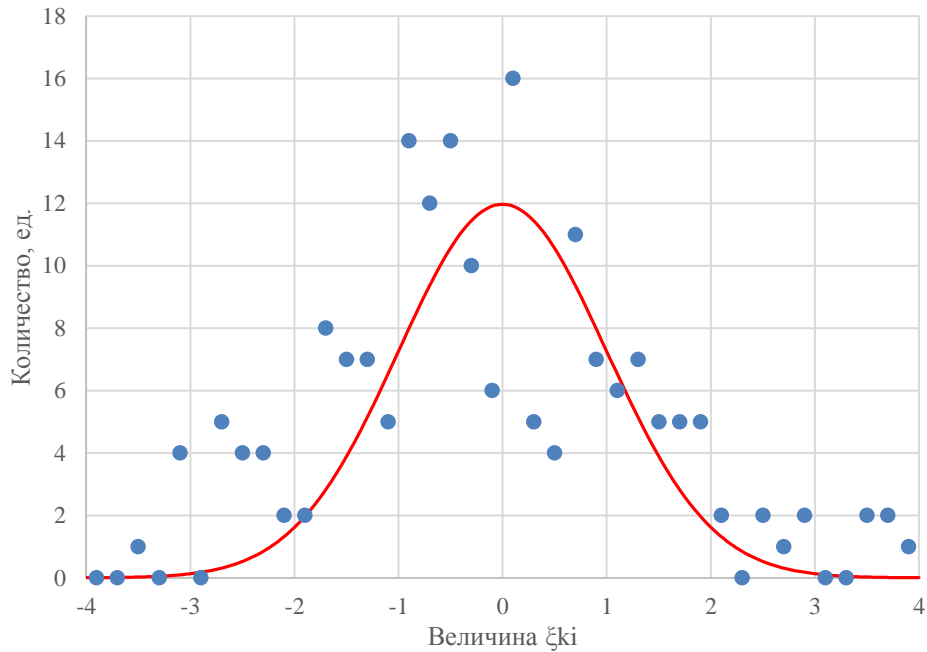


Рис. 3. Распределение величины ξ_{ki} . Кривая – стандартное нормальное распределение

Следует отметить, что распределения среднегодового количества пожаров в зависимости от количества погибших людей на одном пожаре не удается описать каким-либо из известных однопараметрических или двухпараметрических законов распределения. В качестве примера на рис. 4 и 5 показаны распределения среднегодового количества пожаров в зависимости от количества погибших людей на одном пожаре для 5-этажных жилых домов за период с 2012 по 2018 гг. (для оси ординат использована логарифмическая шкала). Кривыми показаны распределение Пуассона (рис. 4) и γ -распределение (рис. 5). Как видно из рисунков, эмпирические распределения имеют «хвосты», которые не описываются теоретическими распределениями.

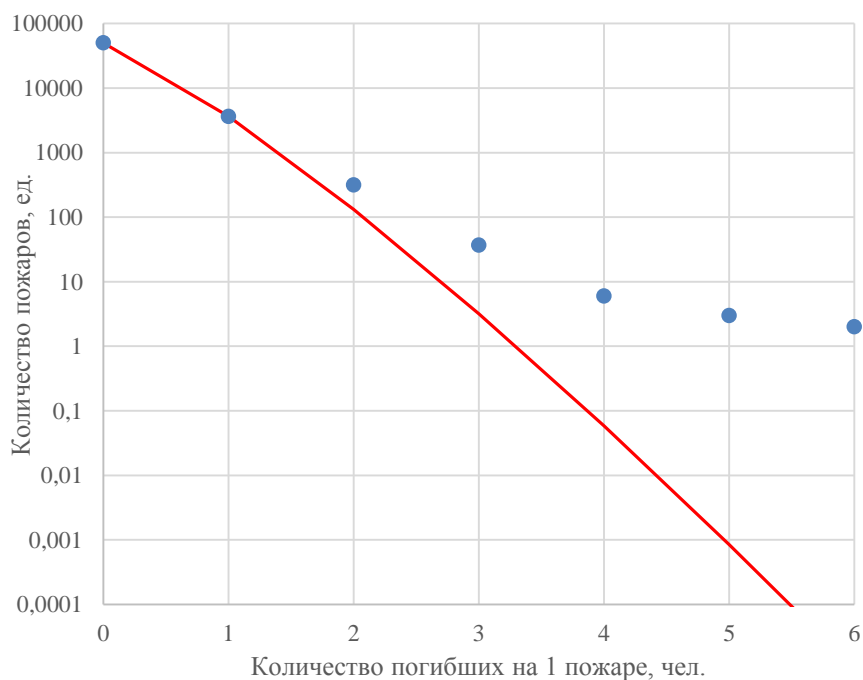


Рис. 4. Распределение среднегодового количества пожаров в зависимости от количества погибших на одном пожаре для 5-этажных домов. Кривая – распределение Пуассона

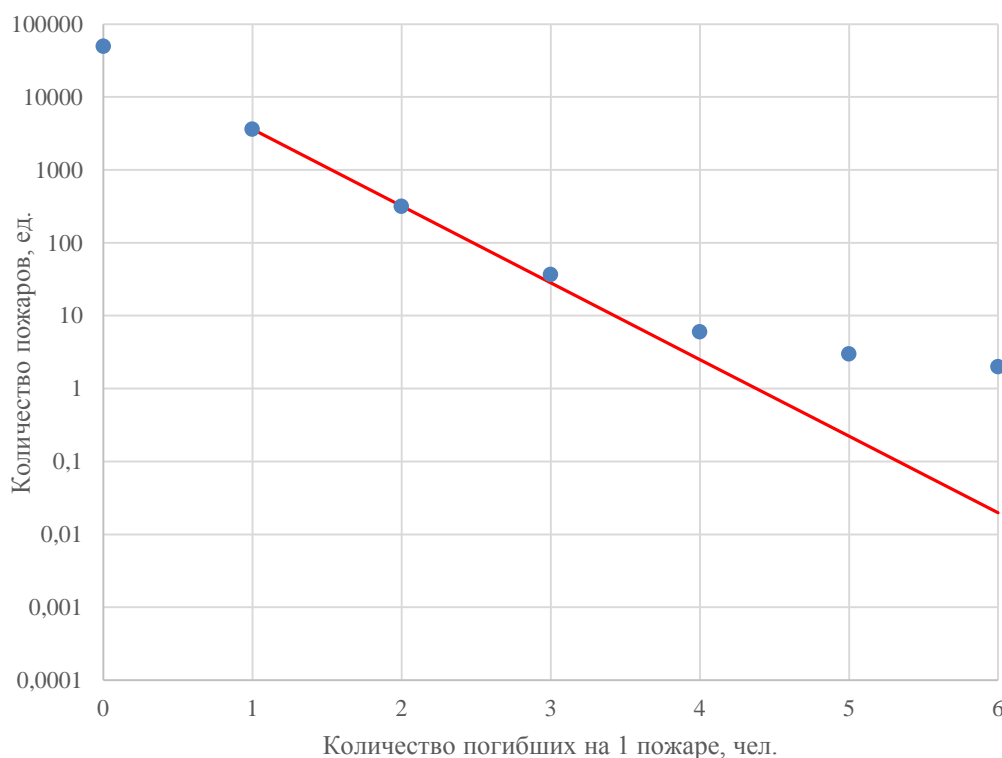


Рис. 5. Распределение среднегодового количества пожаров в зависимости от количества погибших на одном пожаре для 5-этажных домов. Кривая – γ -распределение.

Таким образом, можно сделать вывод, что показатель «количество пожаров с гибелью людей» является более устойчивым, чем показатель «количество людей, погибших при пожарах». Проведенный анализ показывает, что распределение нормированной величины отклонения количества пожаров с гибелью людей от среднего значения описывается стандартным нормальным распределением. Параметры аналогичного распределения для количества погибших при пожарах отличаются от стандартного нормального, данное распределение имеет четко выраженную левостороннюю асимметрию. Следовательно, использование показателя «количество пожаров с гибелью людей» должно давать более точную оценку уровня пожарной опасности объектов защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Jonsson A., Bergqvist A., Andersson R.* Assessing the number of fire fatalities in a defined population // *Journal of Safety Research.* – 2015. – Vol. 55. – P. 99-103.
2. *Jonsson A., Runefors M., Särndqvist S., Nilson F.* Fire-related mortality in Sweden: Temporal trends 1952 to 2013 // *Fire Technology.* – 2016. – Vol. 52. – No. 6. – P. 1697-1707.
3. *Troitzsch J.H.* Fires, statistics, ignition sources, and passive fire protection measures // *Journal of Fire Sciences.* – 2016. – Vol. 34. – No. 3. – P. 171-198.
4. *Giebultowicz J., Rużycka M., Wroczyński P., Purser D. A., Stec A. A.* Analysis of fire deaths in Poland and influence of smoke toxicity. // *Forensic Science International.* – 2017. – Vol. 277. – P. 77-87.
5. *Якуш С.Е., Эсманский Р.К.* Анализ пожарных рисков. Часть I: Подходы и методы // *Проблемы анализа риска.* – 2009. – Т. 6. – № 3. – С. 8-27.
6. *Брушлинский Н.Н., Соколов С.В.* О статистике пожаров и о пожарных рисках // *Пожаровзрывобезопасность.* – 2011. – Т. 20. – № 4. – С. 40-48.
7. *Фирсов А.В., Крюков Е.В., Харисов Г.Х.* О нормативном значении индивидуального пожарного риска. // *Пожаровзрывобезопасность.* 2012. – Т. 21. – № 9. – С. 14-16.

8. Мешалкин Е.А., Бурбах В.А., Вантякиев Н.Н. О применении методик расчетов по оценке пожарных рисков // Пожаровзрывобезопасность. – 2015. – Т. 24. – № 2. – С. 23-31.
9. Матюшин А.В., Порошин А.А., Шишков М.В., Бобринев Е.В., Галкина Е.Ю. Оценка профессионального риска и обоснование необходимого резерва численности пожарных // Проблемы анализа риска. – 2009. – Т.6. – №2. – С. 6-13.
10. Порошин А.А., Харин В.В., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю. Риски гибели и травмирования людей на пожарах // Вестник НЦБЖД. – 2019. – №2. – С. 127-132.
11. Якуш С.Е., Эсманский Р.К. Анализ пожарных рисков. Часть II: Проблемы применения. // Проблемы анализа риска. – 2009. – Т. 6. – № 4. – С. 26-46.
12. Порошин А.А. Пожарная безопасность людей. Часть 1. От допустимого уровня до реальных статистик // Пожарная безопасность. – 2004. – № 1. – С. 59-70.
13. Статистика пожаров за 2012-2018 год. URL: <https://sites.google.com/site/statistikapozaro/home/rezultaty-rascetov/operativnyye-dannye-pozaragat> (дата обращения: 13.02.2020).
14. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2019. – 125 с.
15. Балдин К.В., Башлыков В.Н. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник. – М.: Дашков и К, 2016. – 472 с.

УДК: 004.056.53

Е. Д. Родионыхева, А. С. Голубев

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ СРЕДСТВАМИ 1С

Аннотация: статья посвящена аспекту безопасности персональных данных в медицинских информационных системах средствами 1С. Рассмотрены региональные особенности внедрения МИС, преимущества и недостатки систем, перспективы развития. Проанализированы средства защиты информации, используемые в исследуемой системе «1С.Медицина», изучена архитектура системы, её основные параметры и составляющие. Собранная информация позволила сделать обоснованный вывод о высокой эффективности и надёжности системы.

Ключевые слова: медицинская информационная система, МИС, безопасность персональных данных, информационная безопасность МИС, 1С.Медицина.

E. D. Rodionycheva, A. S. Golubev

ENSURING THE SECURITY OF PERSONAL DATA OF MEDICAL INFORMATION SYSTEMS USING 1C

Abstract: the article is devoted to the aspect of personal data security in medical information systems using 1C tools. The regional features of the introduction of MIS, the advantages and disadvantages of systems, development prospects are considered. The information protection tools and the system architecture are analyzed, which are used in MIS «1C.Meditsina», the main parameters and components of this MIS. The information collected has allowed us to draw a reasonable conclusion about the high efficiency and reliability of the system.

Keywords: medical information system, MIS, personal data security, information security MIS, IS.Meditsina.

В настоящее время в рамках Национального проекта «Здравоохранение», внедрение медицинской информационной системы (МИС) – необходимость исполнения требований государства и ее выбор регламентируется требованиями Департамента здравоохранения субъектов Российской Федерации.

Информация, обрабатываемая в МИС, включает в себя персональные данные пациентов, представляющие собой медицинскую тайну. Следовательно, доступ к такой информации должен быть ограничен и строго контролироваться.

Следует отметить, что государство предъявляет серьезные требования к безопасности персональных данных граждан, поэтому, каждая внедряемая система проходит жесткий контроль. Программное обеспечение должно соответствовать требованиям по защите информации, что подтверждается сертификатами, выданными ФСТЭК России и ФСБ России.

Сертификация ФСБ предназначена для проверки подсистем ПО, использующих криптографическую защиту. Требования систем сертификации ФСБ не являются публичными, ознакомление с ними предполагает наличие специальных допусков.

Сертификация ФСТЭК предназначена для проверки обеспечения технической защиты информации некриптографическими методами. В частности, проводятся проверки:

- на соответствие требованиям, связанным с защитой от неразрешенного доступа к информации;
- на соответствие требованиям Технических условий;
- на отсутствие возможностей, которые не указаны в документации, и связанные с безопасностью информации будущего пользователя;
- исследование датчиков случайных чисел на соответствие криптографическим требованиям и др.

Наиболее надежным с точки зрения безопасности является подход, подразумевающий проверку прав доступа пользователей на уровне базы данных (БД). Для этого применяются встроенные средства контроля доступа, в основе которых лежит комбинация дискреционной и ролевой моделей безопасности. Где в качестве защищаемых объектов выступают объекты БД (таблицы, представления и т.д.), в качестве субъектов безопасности – пользователи или группы пользователей МИС, а для каждой пары «субъект безопасности – защищаемый объект» задается список разрешенных операций: вставка, выборка, редактирование, удаление.

В настоящее время ситуация с внедрением МИС от региона к региону отличается. Поскольку активная информатизация здравоохранения в регионах началась задолго до утверждения Минздравом требований к государственным информационным системам в сфере здравоохранения [1] медицинские организации могли внедрять как локальную, независимую от других медицинских организаций МИС, так единую МИС на весь регион. Каждая отдельная медицинская организация сама принимала решение по выбору МИС, ее архитектурных и функциональных возможностей.

Сейчас во время этапа развития цифрового здравоохранения, рассчитанного на 2019–2024 гг., для многих регионов становится актуальным вопрос объединения различных МИС или их замены на единую региональную МИС.

В первом случае этого возможно добиться посредством интеграционной шины для объединения нескольких локальных МИС между собой. Но использование интеграционного подхода является недостатком относительно информационной безопасности (ИБ). Разные МИС реализуют разные уровни информационной безопасности, в связи с этим возможна утечка персональных данных из баз данных МИС. Как правило, локальные сети медицинской организации не соответствуют минимальным требованиям ИБ, иногда не выполняются элементарные нормы антивирусной защиты, что приводит к заражению

компьютеров и серверов с информацией о пациентах и дальнейшей утечке персональных данных.

Единые региональные МИС разворачиваются в центрах обработки данных (ЦОД). Основа любого ЦОД – инженерная инфраструктура, которая представляет собой сложное профессиональное оборудование, предназначенное для хранения, обработки и передачи большого количества информации. Такое оборудование нецелесообразно использовать в локальной серверной медицинской организации.

Кроме того, региональные ЦОД защищены сертифицированными средствами защиты информации и в обязательном порядке проходят аттестацию по требованиям безопасности информации, что гарантирует сохранность персональных данных пациентов. Системно решаются вопросы доступа к оборудованию посторонних лиц, реализовано резервирование данных, а также обеспечена непрерывность работы в случае инцидентов с потерей электроэнергии.

В Ивановской области было отдано предпочтение внедрению единой региональной МИС. Ею стала МИС «1С.Медицина», победившая на аукционе, как наиболее подходящая под требования Департамента здравоохранения Ивановской области. Она имеет архитектуру «клиент-сервер», которая предусматривает наличие клиентских и серверных программных компонентов. Данная архитектура разделяет всю работающую систему на три части, определенным образом взаимодействующие между собой:

- клиентское приложение «тонкий клиент»;
- кластер серверов «1С:Предприятия 8.3»;
- сервер базы данных.

«Тонкий клиент» используются на удаленных рабочих местах пользователей и взаимодействует с кластером серверов «1С:Предприятия 8.3», а кластер, при необходимости, обращается к серверу баз данных.

«Тонкий клиент» выполняет следующие операции:

- получение и открытие форм;
- отображение форм;
- «общение» с пользователем (предупреждения, вопросы...);
- небольшие расчеты в формах;
- работа с локальными файлами.

Использование кластера серверов «1С:Предприятия 8.3» позволяет ускорить выполнение объемных операций по обработке данных, поскольку вся работа с прикладными объектами, чтение и запись базы данных выполняется только на сервере. Функциональность форм и командного интерфейса также реализована на сервере.

На сервере выполняется подготовка данных форм, расположение элементов, запись данных форм после изменения. На клиенте отображается уже подготовленная на сервере форма, выполняется ввод данных и вызовы сервера для записи введенных данных и других необходимых действий.

При этом механизмы платформы ориентированы на минимизацию объема данных, передаваемых на клиентский компьютер. Например, данные списков, табличных частей и отчетов передаются с сервера не сразу, а по мере просмотра их пользователем.

На сервере выполняются:

- запросы к базе данных;
- запись данных;
- проведение документов;
- различные расчеты;
- выполнение обработок;
- формирование отчетов;
- подготовка форм к отображению.

Подключение тонкого клиента к серверной части осуществляется по протоколу TLS/ГОСТ. Защита каналов связи для обмена данными между медицинскими организациями Ивановской области осуществляется с использованием многофункционального комплекса сетевой защиты Diamond VPN/FW.

Комплекс состоит из двух модулей:

1. Модуль VPN-строителя:

Позволяет безопасно соединять между собой медицинские организации. Модуль реализует прозрачный доступ к ресурсам и обеспечивает защиту от внешних угроз, позволяя, в том числе, создавать защищенные контуры внутри сети для организации изолированной работы отделений.

Для создания клиентского соединения с VPN-строителем предоставляется кроссплатформенная клиентская часть Diamond VPN/FW Agent, таким образом, для работы с конфиденциальной информацией может использоваться практически любая современная операционная система.

2. Модуль межсетевой экран:

Позволяет обеспечить защиту внутренней сети медицинской организации от внешних угроз и разграничивать доступ между внутренними ресурсами в созданных виртуальных частных сетях (VPN), скрыть внутреннюю структуру сети от внешних наблюдателей и обеспечить выход в сеть Интернет для внутренних пользователей, имея лишь один выделенный IP-адрес

Модуль включает в себя систему сигнатурного обнаружения и предотвращения вторжений, которая позволяет обнаруживать и блокировать широкий спектр сетевых атак, в том числе: сканирование портов, подделка сетевых адресов, атаки фрагментированными пакетами, атаки неверно сформированными пакетами, атаки на подбор пароля к SSH, обнаружения вредоносного ПО [4].

Кроме этого, в МИС «1С.Медицина» реализованы программные средства защиты:

- использование ролевой модели прав доступа. Роли сотрудников медицинской организации разделяются по виду выполняемой работы в РМИС.
- вход в пользовательскую часть РМИС осуществляется только после авторизации пользователя, а все его действия в системе логируются;
- ведется аудит изменений всех персональных и медицинских данных, не существует возможности удаления данных, можно только сформировать новую версию данных;
- поддерживаются механизмы версионирования объектов – хранения истории изменений справочников и документов;
- РМИС имеет сертификаты ФСТЭК России [2] и соответствует требованиям по защите информации от несанкционированного доступа;
- РМИС входит в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [3] и функционирует без использования дополнительного программного обеспечения на ALT Linux и операционных системах семейства Microsoft Windows.

Организация ИБ, реализованная в МИС «1С.Медицина», позволяет обеспечить высокий уровень защиты персональных данных от несанкционированного доступа, повреждения, изменения и удаления, данная система имеет высокую эффективность, что подтверждается широким функционалом и скоростью работы. Внедрение данной системы в ряде регионов РФ подтвердило её многофункциональность, о чём свидетельствуют отзывы медицинских организаций разных регионов. «1С.Медицина» совершенствуется и имеет большие перспективы и высокий потенциал на отечественном рынке МИС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства Здравоохранения Российской Федерации от 24 декабря 2018 года N 911н Об утверждении Требований к государственным информационным системам в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации, медицинским информационным системам медицинских организаций и информационным системам фармацевтических организаций;
2. Отраслевые и специализированные решения фирмы «1С» [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://solutions.1c.ru/catalog/clinic/internet_site (дата обращения: 10.03).
3. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://reestr.minsvyaz.ru/reestr/> (дата обращения: 10.03).
4. Сайт компании ООО «Технологии защиты информации» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://tehzi.ru/diamond-vpn-fw.html> (дата обращения: 10.03).
5. Медвестник портал российского врача [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://medvestnik.ru/content/interviews/Shina-vs-RMIS.html> (дата обращения: 10.03).
6. «1С.Предприятие 8» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://v8.1c.ru/platforma/klient-servernyy-variant-raboty/> (дата обращения: 10.03).

УДК 37.015.33:004

В. А. Смирнов, С. А. Зайцева

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Шуйский филиал

ИГРОВЫЕ ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИНТЕРЕСА У ШКОЛЬНИКОВ К ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Аннотация: В статье рассматривается применение авторского программного комплекса для развития интереса у школьников к программированию. Представлена ссылка на используемые в учебном процессе игровые тренажеры с базами вопросов по языку программирования Java и по средам программирования Snap и Scratch. Даны рекомендации по методике их использования в учебном процессе школы и системы дополнительного образования.

Ключевые слова: Java, Scratch, Snap, тестирование, геймификация, обучающийся, школа.

V. A. Smirnov, S. A. Zaytseva

GAME FORMS OF TESTING ORGANIZATION AS A MEANS OF DEVELOPING INTEREST OF SCHOOLCHILDREN IN PROGRAMMING

Abstract: The article deals with the use of the author's software package for the development of interest in programming among schoolchildren. There is a link to the game simulators used in the educational process with databases of questions on the Java programming language and on the Snap and Scratch programming environments. Recommendations on the method of their use in the educational process of the school and the system of additional education are given.

Keywords: Java, Scratch, Snap, testing, gamification, learner, school.

Развитие интереса к изучению определенной области знания является актуальной проблемой образования и ряда психолого-педагогических исследований, так как способствует интенсификации и повышению качества образовательного процесса.

Например, Г. И. Щукина указывает на большое значение развития познавательного интереса как одного из главных факторов становления личности школьника, энергичного стимулятора его дальнейшей деятельности [5].

Процесс развития у обучающихся интереса к изучению предметов рекомендуется осуществлять за счет использования активных и проблемных форм обучения, добавления эффекта «занимательности» и «соревновательности» как школьным занятиям, так и предметной внеурочной деятельности [5]. Наш педагогический опыт показывает, что особенно значимо использование активных и занимательных форм при обучении обучающихся естественно-научным дисциплинам в младшем и среднем школьном возрасте.

В нашей статье мы описываем опыт использования авторского программного комплекса для тестирования школьников по предмету «Информатика и ИКТ» [4] на примере темы «Программирование». Данный программный комплекс может быть использован не только для организации тестирования по данной теме, но и адаптирован под другие темы и учебные предметы. Программный комплекс может найти свое применение и в системе дополнительного образования при обучении школьников программированию.

Разработанный нами программный комплекс обладает рядом характеристик, которые позволяют его характеризовать как результативное средство развития познавательного интереса на школьных и внешкольных занятиях:

- **Эффект «занимательности»** достигается благодаря тому, что интерфейс программы выполнен в ярких тонах, привлекающих внимание обучающихся и обеспечивающий интерактивность учебного процесса;

- **Эффект «соревновательности»** обеспечивается тем, что организация педагогом тестирования и тестовые задания нацелены на публичное оглашение результатов работ. Школьники заинтересованы в максимизации своего результата, в сравнении с другими обучающимися;

- **Эффект «оптимизации»** по времени и трудозатратам. Большое количество контрольных мероприятий в стандартной форме (например, контрольной работы) требуют значительного времени в планировании и проведении. Наряду с этим, в системе дополнительного образования злоупотребление контрольными работами в стандартной форме отпугивает обучающихся и становится причиной падения интереса к занятиям у детей и, как следствие, их отчисление. Благодаря использованию предложенного механизма контроля можно сократить количество и продолжительность проверочных работ без потери педагогом контроля качества учебного процесса.

В рамках системы дополнительного образования мы применяем данный программный комплекс в трех вариантах: тестирование по языку программирования Java для детей основной школы, а также по средам программирования Scratch и Snap для детей начальной школы. Все варианты тестирования выложены в свободный доступ и могут быть загружены как архивы «Java.zip», «Scratch.zip» и «Snap.zip» по ссылке: <https://yadi.sk/d/gtDPlaeoQXv7FQ>. При этом педагогу необходимо иметь в виду, что для работоспособности данных программ необходимо наличие установленной виртуальной машины Java. Данная система находится в свободном доступе и может быть установлена с официального сайта разработчиков [1].

При тестировании по языку программированию Java используются вопросы разных уровней сложности – от вопросов на воспроизведение материала, касающихся правильности написания имени переменной, до вычислительных, где нужно предсказать результат работы программного кода (рис. 1). В системе присутствует 25 вопросов, на каждый из которых должен ответить обучающийся. Чтобы исключить заимствование, вопросы выдаются в случайном порядке.

Система используется в процессе повторения материала и применяется вместо фронтального опроса. В текущем виде она не может быть использована на первых занятиях в виду большого количества задействованного материала. Для успешного прохождения теста обучающийся должен обладать знаниями о синтаксисе языка программирования Java,

основных управляющих конструкциях и типах данных, уметь создавать экранные формы и элементы на них с использованием библиотеки `javax.swing`.

Педагог при желании может редактировать имеющуюся вопросную базу. Вопросы хранятся в виде отдельных файлов, которые можно удалять. Для добавления собственных вопросов можно использовать специально разработанную программу из цитируемой нами статьи [4]. Она расположена в архиве «Редактор тестов.zip» по ссылке <https://yadi.sk/d/bMuy-XVL3QuTJy>. Важно заметить, что для тестирования необходимо наличие в базе не менее 25 вопросов. В случае большего количества для тестирования будут выбираться случайным образом 25.

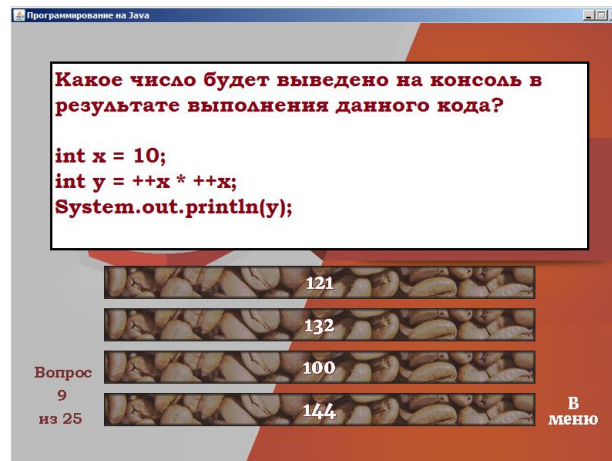


Рис. 1. Интерфейс теста по программированию на языке Java

Для тестирования по Scratch составлено 37 различных вопросов. В архиве «Scratch.zip» расположена папка «Исходные изображения» со скриншотами всех 37 вопросов, а в папках «Начальный», «Средний» и «Сложный»: три варианта системы. Вопросы редактируются и добавляются аналогично.

Первый вариант рекомендуется для использования после получения начальных навыков работы в Scratch. Он рассчитан на детей, освоивших первую часть книги Дениса и Артема Голиковых [2]. Большинство вопросов начального уровня сложности направлены на воспроизведение материала (рис. 2).

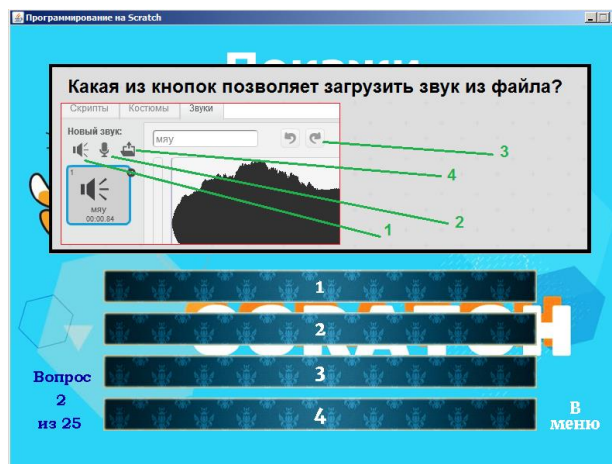


Рис. 2. Интерфейс тестового вопроса начального уровня по программированию в среде Scratch

Второй и третий варианты тестирования – для продвинутых школьников, которые способны полностью пройти первый тест. Они содержат вопросы на создание собственных

блоков и логические вопросы (рис. 3). Эти тесты используются в процессе и по окончании освоения второй части книги Дениса и Артема Голиковых [3].

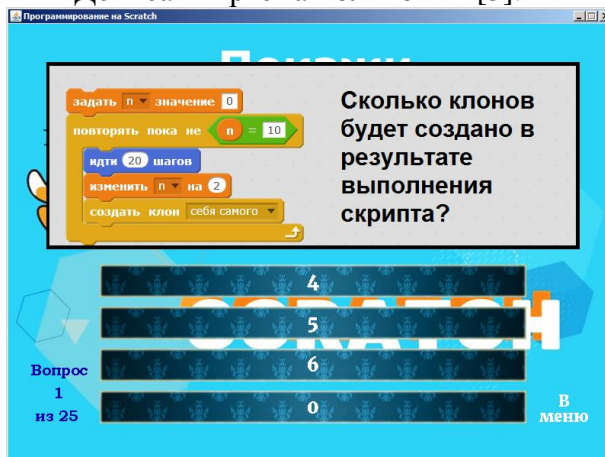


Рис. 3. Интерфейс тестового вопроса сложного уровня по программированию в среде Scratch

Тестирование по Snap так же содержит 25 вопросов различного уровня сложности. Это как тесты по самой системе, так и тестовые вопросы на знание основ работы с персональным компьютером (рис. 4). Такие вопросы добавлены вследствие того, что в курсах дополнительного образования среда Snap часто используется как промежуточное звено между Scratch и языком программирования высокого уровня.

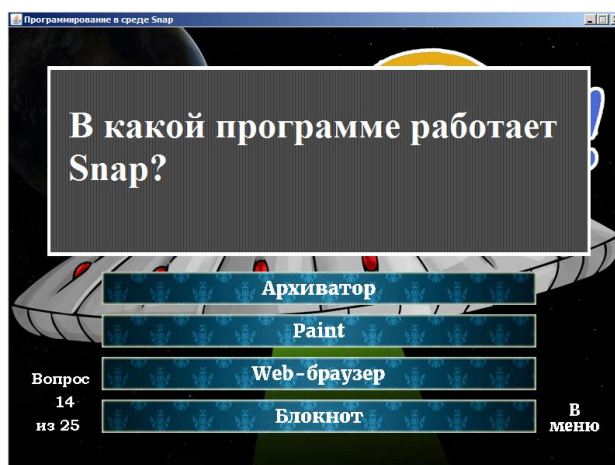


Рис. 4. Интерфейс теста по программированию в среде Snap

При обучении программированию младших школьников и подростков педагогу приходится решать ряд сложных методических задач. Одна из них – достаточно продолжительное время обучающиеся не могут представить в качестве итогового задания готовую программу, а мониторинг успешности продвижения целесообразно вести с первых занятий. Разработанный нами программный продукт позволяет решать данную проблему и при этом добавляет эффекты «соревновательности» и «занимательности» занятиям и поэтому способствует активизации учебного процесса и развитию интереса к учебному предмету.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загрузка Java SE Runtime Environment 8 – Режим доступа: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/2133155> – Дата обращения: 25.02.2020.
2. Голиков Д., Голиков А. Программирование на Scratch 2. Часть 1. Делаем игры и мультики. Подробное пошаговое руководство для самостоятельного изучения ребенком. — Scratch4russia.com, 2014. — 295 с.; URL: <https://b-ok.cc/book/3292447/4d1b21> (дата обращения: 25.02.2020).
3. Голиков Д., Голиков А. Программирование на Scratch 2. Часть 2. Делаем сложные игры. Подробное пошаговое руководство для самостоятельного изучения ребенком. — Scratch4russia.com, 2014. — 283 с.; URL: <https://b-ok.cc/book/3292448/6d2f80> (дата обращения: 25.02.2020).
4. Смирнов В. А. Организация тестирования школьников по информатике в игровой форме с использованием информационных технологий / В. А. Смирнов // Международный студенческий научный вестник / Общество с ограниченной ответственностью "Информационно-технический отдел Академии Естествознания" – Пенза, 2018 – №3(5) – С. 689-693; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=18466> (дата обращения: 25.02.2020).
5. Шукина Г. И. Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся. М.: Педагогика, 1986. С. 71 – 81.

УДК 614.84

Е. Ю. Удавцова, Е. В. Бобринев, А. А. Кондашов

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России»

ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО КЛИМАТА В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ МЧС РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕСТА

Аннотация: описана модификация социометрического теста, позволяющая проводить анонимное анкетирование и оценивать на его основе социально-психологический климат, уровень сплоченности сотрудников, психологической напряженности в отношениях между ними в подразделениях МЧС России, скрытно противоборствующие группировки, авторитетность руководителей. Приведена математическая модель, расчетные формулы и варианты графической интерпретации теста.

Ключевые слова: подразделения МЧС России, социально-психологический климат, социометрия, сплоченность, деловой статус, кластеризация.

E. Y. Udavtsova, E. V. Bobrinev, A. A. Kondashov

ASSESSMENT OF THE SOCIO-PSYCHOLOGICAL CLIMATE IN RUSSIAN EMERGENCIES MINISTRY UNITS USING A SOCIOMETRIC TEST

Abstract: the article describes a modification of the sociometric test that allows conducting an anonymous survey and evaluating the socio-psychological climate, the level of employee cohesion, psychological tension in relations between them in the Russian emergencies Ministry units, covertly opposing groups, and the authority of managers. A mathematical model, calculation formulas, and variants of graphical interpretation of the test are presented.

Keywords: divisions of the EMERCOM of Russia, socio-psychological climate, sociometry, cohesion, business status, clustering.

Готовность подразделений МЧС России при ликвидации чрезвычайных ситуаций напрямую зависят от социально-психологических отношений в коллективах, а именно: психологического климата, характера и эмоциональной окраски отношений, их сплоченности, взаимности, солидарности, уровня морально-психологической устойчивости сотрудников, авторитетности руководителей.

Профессиональное становление личности сотрудника МЧС России в экстремальных условиях деятельности должно быть непрерывным процессом. Для сотрудника МЧС России важным является готовность к сотрудничеству, взаимопониманию, коллективному решению профессиональных проблем. Совершенствование профессиональной подготовки сотрудников МЧС России является важным фактором повышения эффективности решения задач МЧС России. При этом подготовка должна осуществляться с учётом особенностей функционирования формирований, региональной специфики [1-2].

Из специфики деятельности коллективов МЧС России можно выделить: коллективный характер несения службы; организационные взаимосвязи; ответственность за выполнение боевой задачи; взаимовыручка; согласованность форматных и неформатных структур. Соответственно характер службы предъявляет более жесткие требования к методам психологической подготовки сотрудников МЧС России к условиям чрезвычайной ситуации, чем в стандартных ситуациях [3-4].

Социометрия позволяет в кратчайшие сроки определять социально-психологические характеристики, оказывающие существенное влияние на эффективность деятельности подразделения. Периодическое проведение такой диагностики способствует оптимальной комплектации подразделений, своевременному предупреждению конфликтов, а также помогает контролировать процесс адаптации сотрудников к должности и к коллективу, выявлять причины текучести кадров, проводить целенаправленные групповые и индивидуальные формы воздействия на коллектив, начиная с этапа его формирования и завершая аттестацией закрепленных кадров.

Для более корректного анализа разработана модификация анализа социометрического теста, основанная на учете экспертных мнений всего коллектива о каждой паре коллег. Анонимность опроса повышает надежность получаемых выводов и достоверность рекомендаций. Выделение однородных групп объектов (кластеризация анкет) позволяет провести сравнительный анализ результатов не только коллектива в целом, но и по каждой выявленной группе сотрудников [5-6]. Предлагаемая схема проведения подобного анализа особенно важна в коллективах МЧС при сменной организации службы.

Психологами составляется карта исследования социально-психологического климата. Каждый сотрудник оценивается анонимно по семи вопросам, 3 из которых направлены на оценку профессионального статуса сотрудников, 3 вопроса – на оценку их личностного статуса; 1 вопрос – на оценку управленческого статуса (авторитетности) руководителей. Вариант анкеты приведен на рис. 1.

Анонимно!

Карта оценки социально-психологического климата

Просим Вас ответить на вопросы, которые характеризуют Ваше личное отношение к сослуживцам. Для этого напротив каждой фамилии в каждом столбце поставьте: «+», если Ваш ответ – «да», «-», если ответ – «нет», «0», если – «затрудняюсь ответить».

Фамилия, имя, отчество	Пользуется ли у Вас лично авторитетом?	Вызывает ли симпатию как человек?	Обратились бы с вопросами по работе?	Поделились бы личными переживаниями?	Хотели бы поддержать дружеские отношения?	Выбрал и бы для совместной опасной работы?	Выбрали бы на место вышестоящего начальника?
	1	2	3	4	5	6	7

Рис. 1. Анкета оценки социально-психологического климата в коллективе

В качестве выходного результата анализа анкет оцениваются:

- социально-психологический климат в служебном коллективе по критериям благоприятный, неблагоприятный и средне благоприятный;
- уровень сплоченности сотрудников, психологической напряженности в отношениях между ними;
- уровень удовлетворенности личного состава условиями и организацией служебной деятельности;
- ядро служебного коллектива, являющееся опорой для руководителя;
- скрытно противоборствующие группировки, их лидеры, списки сотрудников, входящих в эти группы;
- совместимость сотрудников, оптимальные и неоптимальные сочетания для формирования групп для эффективного выполнения совместных оперативно-служебных задач;
- профессиональный, личностный и интегральный статусы сотрудников;
- авторитетность и управленческий статус руководителей, их рейтинг.

Для анализа данных проводится ряд вспомогательных вычислений.

Для каждого сотрудника рассчитываются значения статуса (профессионального – вопросы анкеты 1, 3 и 6; личностного – вопросы 2, 4 и 5) и управленческого - вопрос 7):

$$d_i = \frac{l_+}{k \cdot t} - \text{частота появления значения «+» для } i\text{-того сотрудника в } k \text{ анкетах по } t$$

вопросам, где l_+ – количество положительных выборов («+») i -го сотрудника, $i = \overline{1, N}$.

Для каждой пары сотрудников вводятся два показателя:

$$p_{ij} = \frac{l_1}{k \cdot t} - \text{коэффициент «психологической сплоченности пары»}$$

(частота появления оценок «++» и «--» для i -того и j -того сотрудников в k анкетах по t вопросам);

$$q_{ij} = \frac{l_2}{k \cdot t} - \text{коэффициент «психологической напряженности пары»}$$

(частота появления оценок «+ - » в k анкетах по t вопросам),

где l_1 – количество одинаковых по знаку оценок («++» или «--»);

l_2 – количество разных по знаку оценок («+ - »);

k – количество анкет;

t – количество вопросов (1, 3 или 6);

N – количество человек в списке; $i = \overline{1, N-1}$; $j = \overline{2, N}$.

Значения p_{ij} и q_{ij} рассчитываются для всех возможных пар сотрудников по 3 основаниям (деловому, эмоциональному и рейтинговому).

Для наглядности проводится графическая интерпретация результатов исследования.

На оси абсцисс располагаются точки, количество которых соответствует количеству лиц, включенных в опросный лист. По оси ординат откладывается значение социометрического статуса (d_i).

После проведения всех расчетов (социометрического статуса каждого сотрудника по 3 основаниям, коэффициентов «психологической сплоченности» и «напряженности» каждой пары сотрудников – p_{ij} и q_{ij} по этим же основаниям) выбирается сотрудник с максимальным значением d_a и «размещается» в виде точки А на плоскости графика с координатами (1, d_a).

Затем из оставшихся выбирается следующий сотрудник (d_b) с максимальным значением статуса.

- Если величина p_{ab} второго сотрудника с первым (размещенным на графике в виде точки А) больше величины q_{ab} и больше 0.5, то размещается на графике вторая точка В левее точки А. При этом точка А «смещается» по оси абсцисс на 1 единицу вправо (формируется ядро).

- Если величина p_{ab} больше q_{ab} , но меньше или равно 0.5, то точка В размещается правее точки А с координатами (2, d_b) – формируется аморфная группа.

После этого происходит объединение точек А и В в один кластер (одну группировку) и усреднение значения p_{ij} и q_{ij} у сотрудников, вошедших в один кластер, то есть вместо двух значений p_{ij} и q_{ij} с сотрудниками А и В у каждого из оставшихся сотрудников будет по одному значению p_{ij} и q_{ij} с кластером АВ.

- Если q_{ab} больше или равно p_{ab} , то точка В размещается против последней точки оси абсцисс. В этом случае точка В образует вершину второго кластера, в то время как точка А – вершину первого кластера.

Данная операция проводится циклически до окончания всего списка лиц, включенных в опросный лист. Выбирается сотрудник с максимальным значением d_i и по соотношению величин p_{ij} и q_{ij} размещается новая точка либо в кластер А (левее или правее точки А), либо в кластер В (левее или правее точки В). Если q_{ij} больше или равно p_{ij} , то образуется третий кластер.

Количество и структура полученных кластеров будет соответствовать количеству и структуре группировок в коллективе.

Высота каждого кластера указывает на авторитет лидера соответствующей группировки. Левая асимметрия кластеров свидетельствует о монолитности и сплоченности группировки, правая – «рыхлости» и неустойчивости.

На рис. 2-3 приведены примеры распределения членов коллектива по исследуемым показателям. Такая интерпретация проводится для каждого из 5-ти видов анализа.

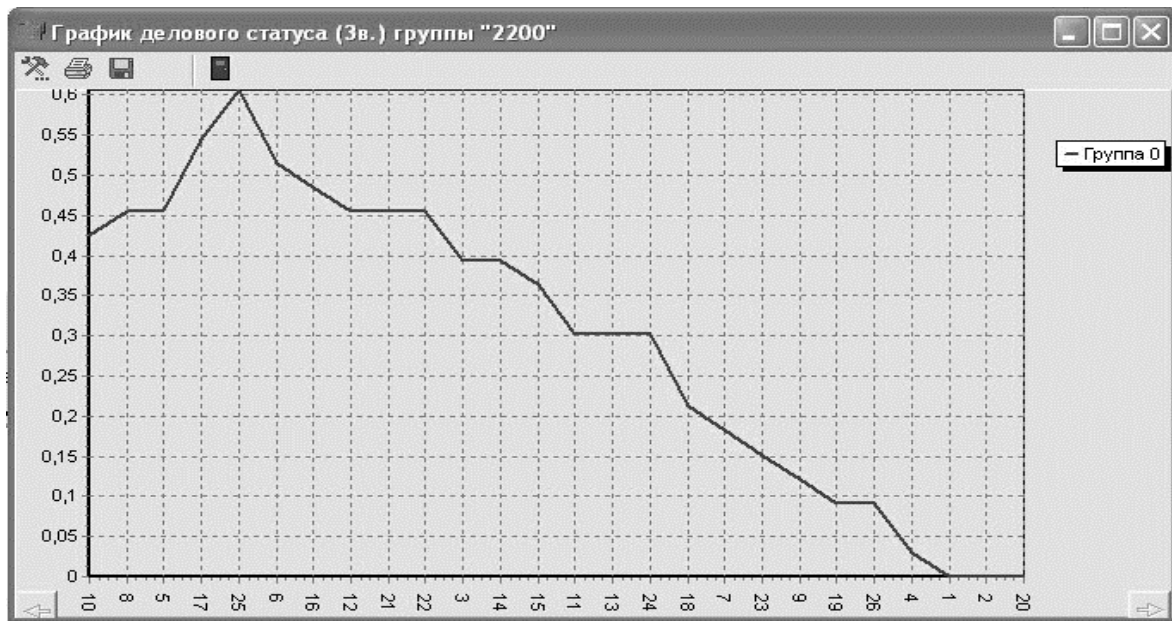


Рис. 2. Графическая интерпретация результатов исследования делового статуса сотрудников в исследуемом подразделении

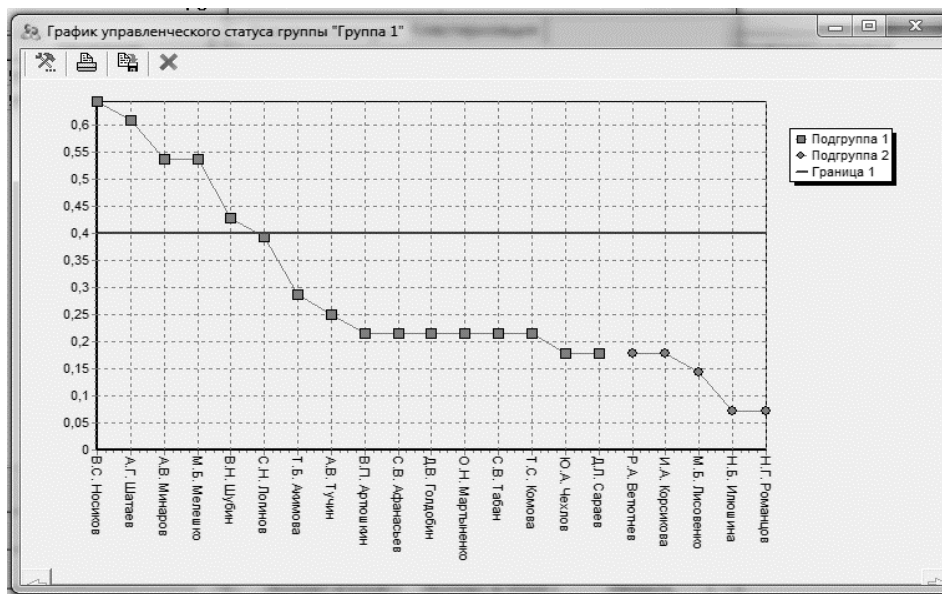


Рис. 3. Графическая интерпретация результатов исследования управленческого статуса сотрудников в исследуемом подразделении

Исследования рекомендуется проводить с личным составом в подразделениях, имеющих опыт совместной работы не менее 6 месяцев, в которых уже возникли определенные устойчивые взаимоотношения. Кроме того, необходимо учитывать стаж службы в должности непосредственного руководителя выбранных коллективов.

Математическая модель выявления однородных групп основана на расчете евклидовой метрики. Для оценки персональных индексов используются индексы социометрического статуса личности, эмоциональной экспансивности личности, взаимности позитивных выборов, взаимности негативных выборов и взаимной индифферентности. Показателями межличностных взаимоотношений для всего коллектива являются коэффициенты психологической сплоченности и психологической напряженности [7].

На рис. 4 приведен пример с древовидной диаграммой, отображающей распределение членов коллектива по кластерам.

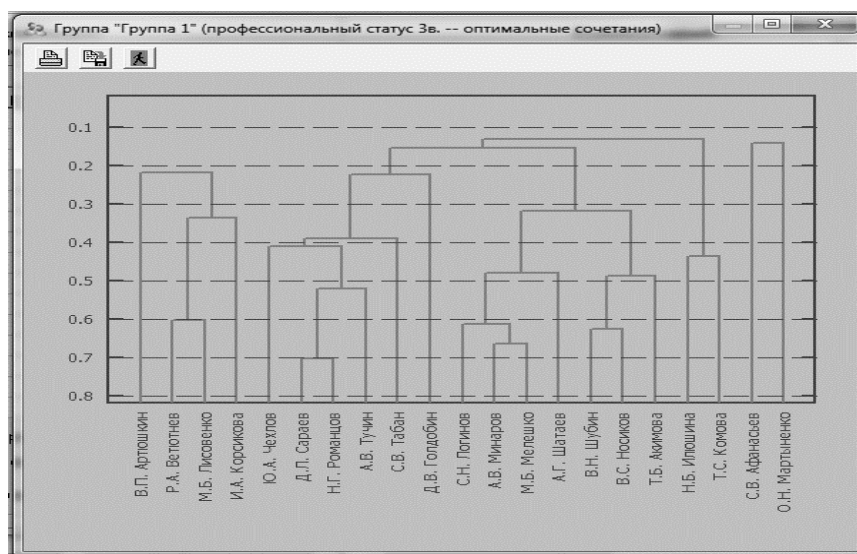


Рис. 4. Выявление однородных групп сотрудников в исследуемом подразделении с графической интерпретацией оптимальных сочетаний между сотрудниками

Подобный анализ группировок в коллективе, расстановок сил с учетом мнения не только всего коллектива (зачастую неоднородное), но и мнения каждой группировки в коллективе представляется наиболее целесообразным.

Таким образом, разработанная модифицированная методика социометрии позволяет получить качественную и объективную информацию для изучения, анализа и оценки социально-психологического климата в служебных коллективах и морально-психологического состояния личного состава подразделений МЧС России. Регулярный социометрический анализ позволят проследить становление личности сотрудника МЧС России с учётом особенностей функционирования подразделений.

Полученные данные используются для совершенствования организации работы с личным составом посредством определения степени готовности сотрудников и служебных коллективов к результативному и качественному выполнению возложенных на них оперативно-служебных задач, формирования кадровых резервов МЧС России, его территориальных органов и подразделений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова С.В. Стратегии успеха на пути к профессионализму сотрудника ГПС МЧС России: Учебное пособие / С.В. Волкова, Е.И. Осипов, А.А. Францев. Иваново: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2012. 148 с.
2. Северин Н.Н., Ковалева Е.Г., Чеботарев В.Г. Профессиональное становление и развитие сотрудников ГПС МЧС России. // Успехи современной науки и образования. 2016. - №12. С. 193-195.
3. Марьин М.И., Ловчан С.И., Иванихина И.В., Бобринев Е.В., Веселова С.Г., Леви М.В. Оценка организационно-управленческой компетенции руководителя ГПС. //Пожарная безопасность. - 1997. - №. 4. - С. 39-44.
4. Оценка и оптимизация психологического климата, стиля руководства в органах управления и подразделениях Государственной противопожарной службы: метод. пособие / М.И. Марьин, С.И. Ловчан, И.В. Иванихина [и др.]. – М.: ВНИИПО, 1998. – 101 с.

5. Галкина Е.Ю., Иванихина И.В., Порошин А.А., Бобринев Е.В., Шишков М.В. Модификация социометрического теста // Пожарная безопасность. - 2003. - № 2. - С. 132-135.

6. Порошин А.А., Шишков М.В., Бобринев Е.В., Галкина Е.Ю. Автоматизированная система анализа социально-психологического климата в трудовых коллективах // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. - 2009. - № 4. - С. 62-70.

7. Порошин А.А., Галкина Е.Ю., Бобринев Е.В. Метод анализа сочетаний пар сотрудников в подразделениях пожарной охраны как часть социометрических исследований. // Пожарная безопасность. - № 4. -2007. С. 67-72.

УДК 004.942

Ю. А. Филатова, О. В. Хонгорова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная вквдемия ГПС МЧС России

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАСОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМНОЙ ПРОГРАММЫ PC-CRASH.

Аннотация: В работе рассмотрена трасологическая экспертиза дорожно-транспортных происшествий. Особое внимание уделено системной программе PC-CRASH. Рассмотрены основные возможности программы, используемые судебными экспертами в процессе исследований.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, моделирование, трасологическая экспертиза.

Yu. A. Filatova, O. V. Khongorova

COMPUTER TECHNOLOGY IN TECHNICAL EXPERTISE. MODELING ROAD ACCIDENTS USING THE SYSTEM PROGRAM PC-CRASH

Abstract: The paper considers the trasological examination of road accidents. Special attention is paid to the system program PC-CRASH. The main features of the program used by forensic experts in the research process are considered.

Keywords: road accident, modeling, trasological expertise.

Часто для того чтобы установить причину дорожно-транспортного происшествия, провести исследования версий судебным экспертам, следователям и дознавателям, ведущим дела о ДТП, важно знать условия, необходимые для возникновения ДТП, их механизм, особенности осмотра места происшествия. Именно поэтому в трасологической экспертизе ДТП используются программы для анализа и моделирования механизма дорожно-транспортных происшествий. Одной из таких программ является PC-Crash. Воспользовавшись помощью системных программ при трасологической экспертизе ДТП, можно достигнуть большей доли объективности в исследовании происшествия, так как имеются большие возможности разработанных методик возникновения ДТП.

В программе PC-Crash нашли применение несколько разнообразных моделей расчёта столкновений: классическая модель удара, а также более совершенные – силовая и сеточная модели столкновения.

Важным плюсом программы считается возможность осуществлять расчёт характеристик перемещения в динамике – с учётом реальных характеристик автотранспортного средства, окружающей среды и управляющих воздействий водителя. Вдобавок, в программе нашли применение и кинематические модули расчёта. Результаты прогнозирования, приобретённые при работе с программой PC-Crash, имеют все шансы быть презентованными как текстовые файлы, включающие исходные и расчётные данные, кроме того могут быть выведены на экран в форме диаграмм и таблиц. Для визуализации предназначаются 2D анимация (вид сверху на рабочий стол) и 3D анимация (пространственный вид). Помимо этого, сделанное моделирование, возможно, прикрепить к заключению экспертов в форме проектного файла.

Основные и самые значимые по важности функциональные возможности программы PC-CRASH заключаются в следующем:

1. База данных транспортных средств снабжена фотографиями внешнего вида, что дает возможность более достоверно подобрать искомое транспортное средство (Рис. 1.).

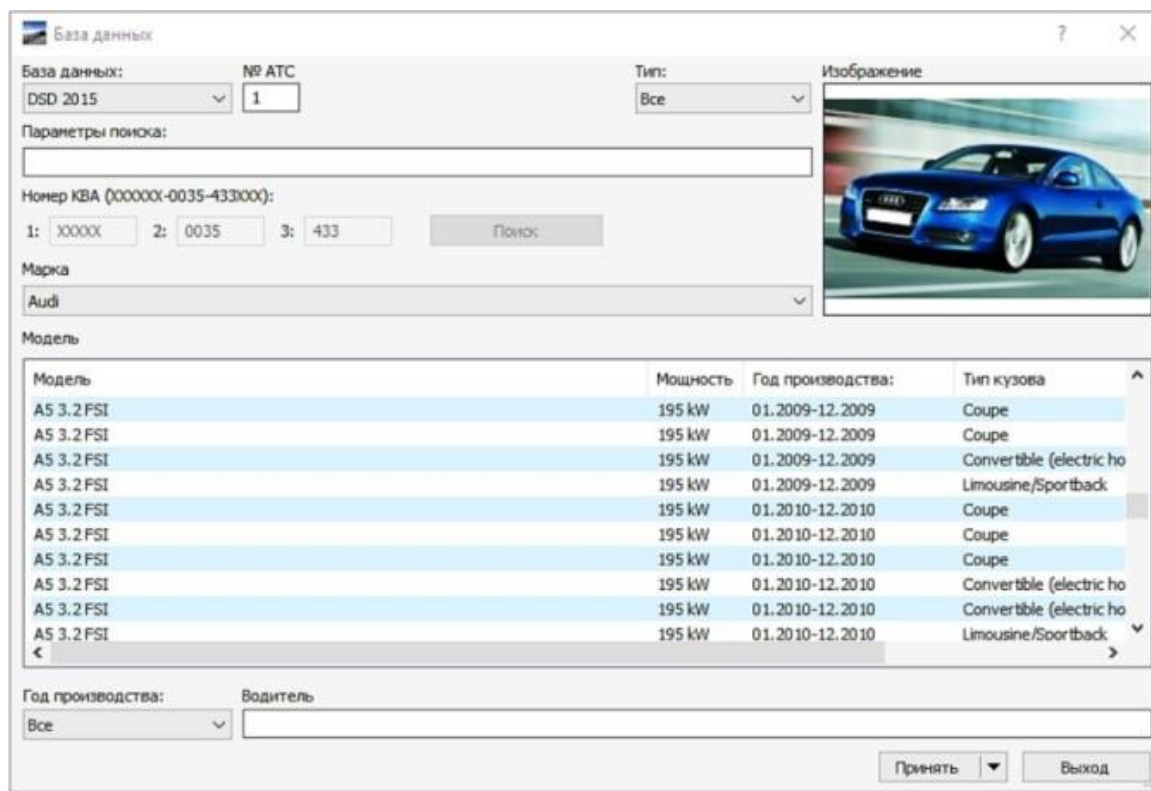


Рис. 1. База данных транспортных средств

2. Вероятность осуществления употребления масштабных изображений и пространственных форм транспортных средств и иных объектов (Рис. 2).

3. Возможность обработки и использования при моделировании сканированных пространственных поверхностей автотранспортных средств (Рис. 3).

4. Возможность моделирования движения автотранспортных средств, оснащённых системой активной безопасности (Рис. 4).

5. Расчёт нагрузок на оси транспортного средства (Рис. 5).



Рис. 2. Масштабное изображение транспортных средств



Рис. 3. Моделирование сканированных пространственных поверхностей автотранспортных средств

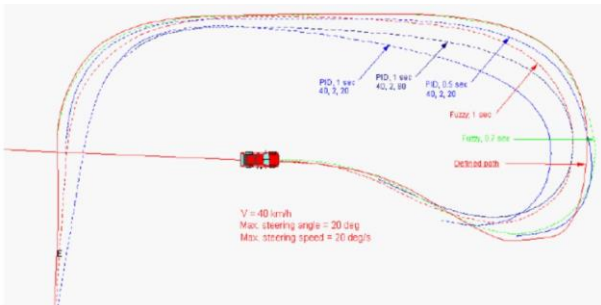


Рис. 4. Моделирование движения автотранспортных средств, оснащённых системой активной безопасности

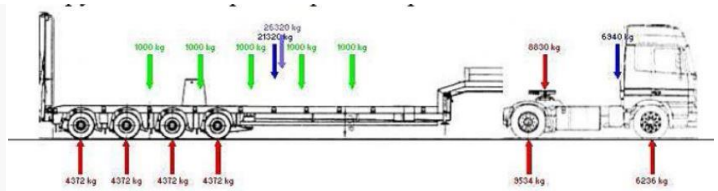


Рис. 5. Расчёт нагрузок на оси транспортного средства

6. Использование модуля Crash3 с целью расчёта энергетического эквивалента дефектов EBS согласно величине деструкции, с перспективой использования базы данных NHTSA (Рис. 6).

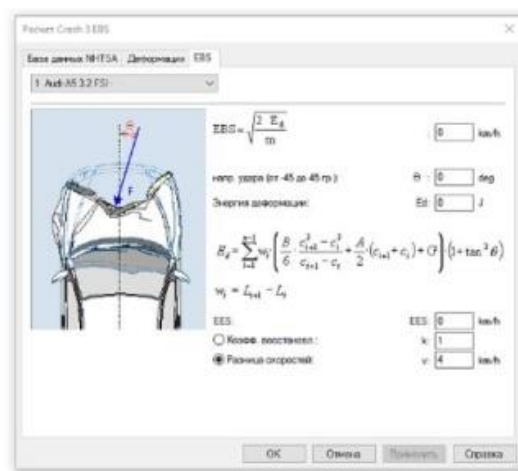
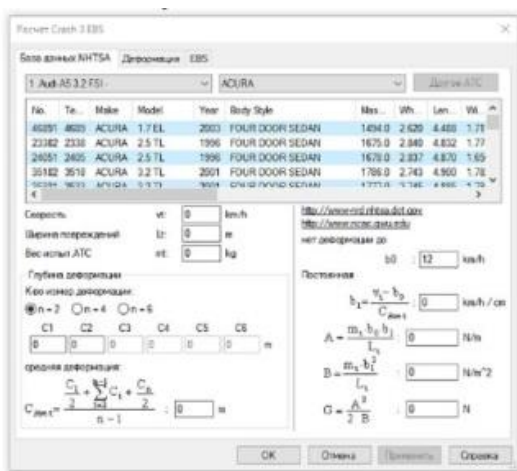


Рис. 6. Расчёт энергетического эквивалента дефектов EBS согласно величине деструкции, с перспективой использования базы данных NHTSA

7. Учёт распределение тормозных сил среди осей автомобиля (Рис.7).

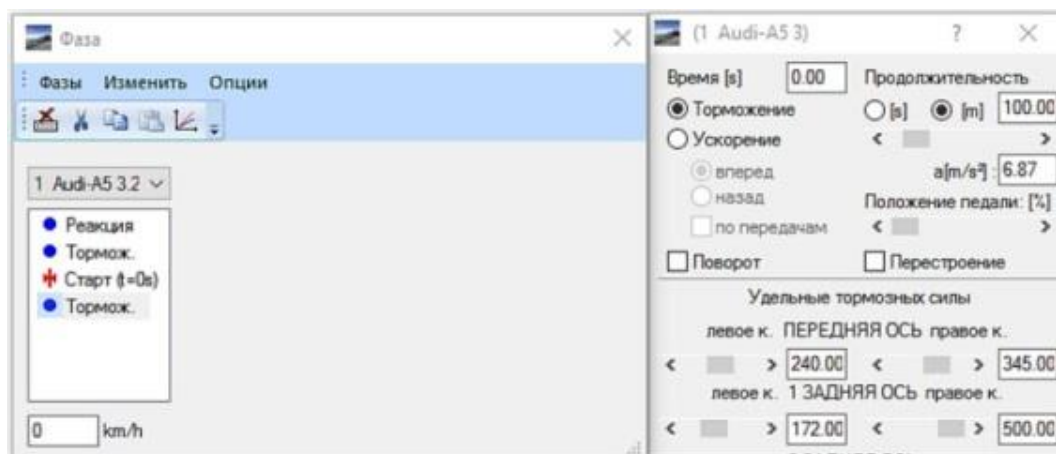


Рис. 7. Распределение тормозных сил среди осей автомобиля

8. Возможность моделирования перемещения транспортных средств с системой ABS (Antilock Braking System) и ESP (Electronic Stability Program).

9. Возможность задания случайных управляющих воздействий водителя (реагирование, торможение, ускорение, поворот рулевого колеса) как последовательности фаз, в том числе – как функций времени (Рис. 8).

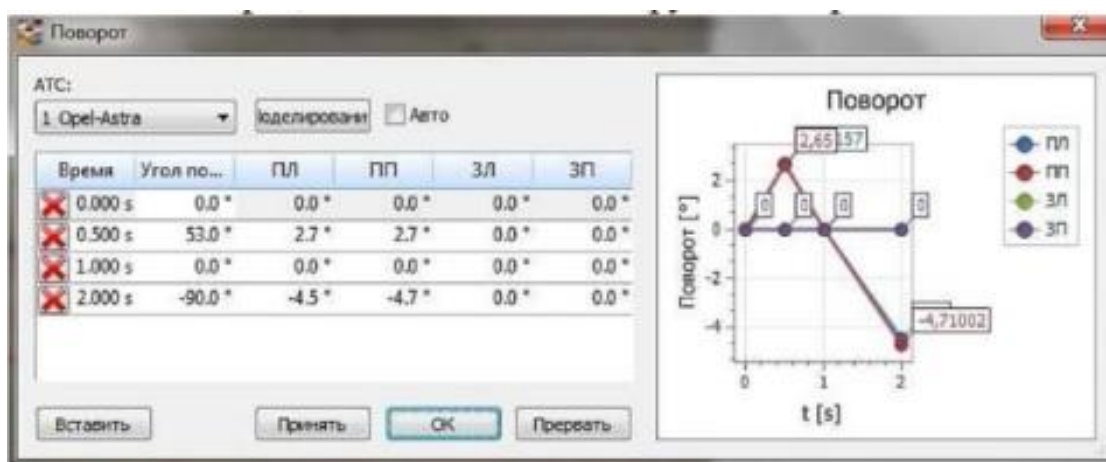


Рис. 8. Выбор параметра

10. Расширенная трёхмерная классическая модель с целью исследования столкновений.

11. Автоматизированный расчёт передвижения транспортных средств и иных объектов после столкновений (Рис. 9).

12. Обратный расчёт столкновений.

13. Расчёт реального процесса разгона автомобилей с учётом характеристик двигателя и трансмиссии, а также сил сопротивления.

14. Расчёт относительной скорости движения на основе анализа следов колёс на боковой поверхности кузова иного транспортного средства.

15. Возможность изменения изображения транспортного средства в ходе его передвижения.

16. Анимация моделирования в плоскости (2D).

17. Возможность задания локальных поверхностей трения или наклонных поверхностей.
 18. Возможность использования модуля MADYMO (опционально).

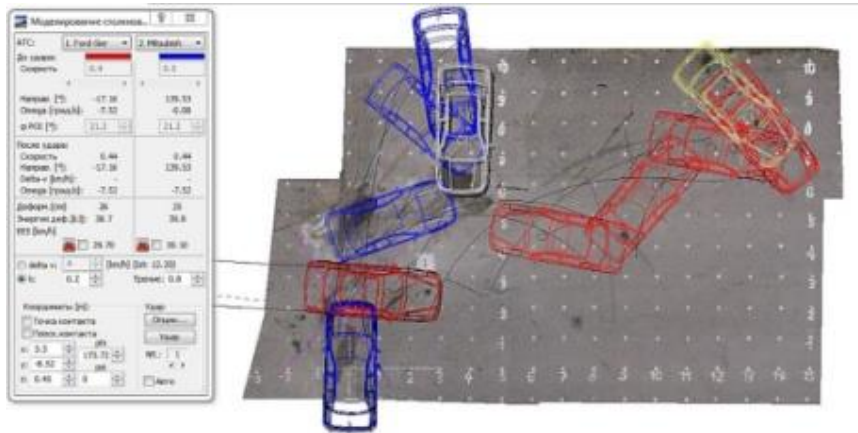


Рис. 9. Автоматизированный расчёт передвижения транспортных средств после столкновений

Так же в программе PC-CRASH есть такие сегменты исследования как «Кинематика» и «Динамика».

В функции кинематики входят вычислительные и расчётно-графические работы. Базисом данных функций в кинематике считаются:

- ✓ Прогнозирование перемещения в кинематике (диаграммы расстояния, время, скорость, ускорение и т.д.).
- ✓ Расчёт перемещения в кинематике (Рис. 10.).
- ✓ Обратный кинематический расчёт с целью установления скорости транспортного средства. (рис.11)

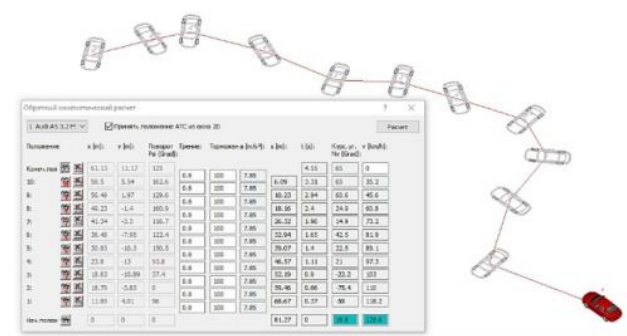
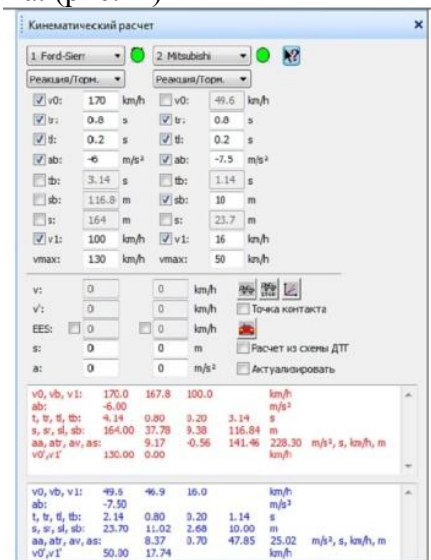


Рис. 10. Расчёт перемещения в кинематике

Рис. 11. Обратный кинематический расчёт

- ✓ Расчёт технической возможности исключить ДТП.
- ✓ Расчёт наезда на пешехода (Рис. 12).
- ✓ Модуль дополнительных расчётов (рис.13)

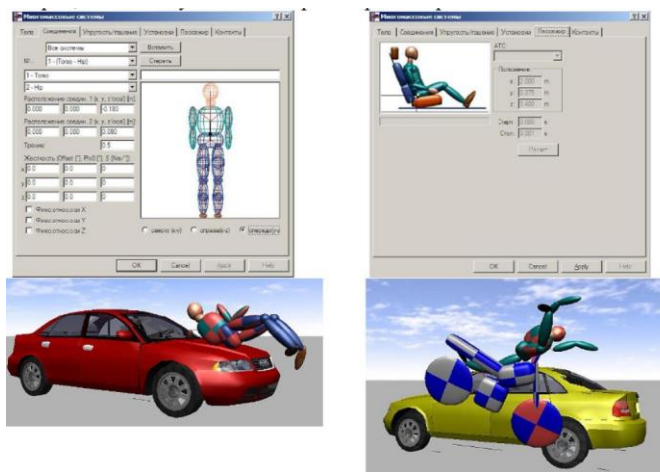


Рис. 12. Расчёт наезда на пешехода

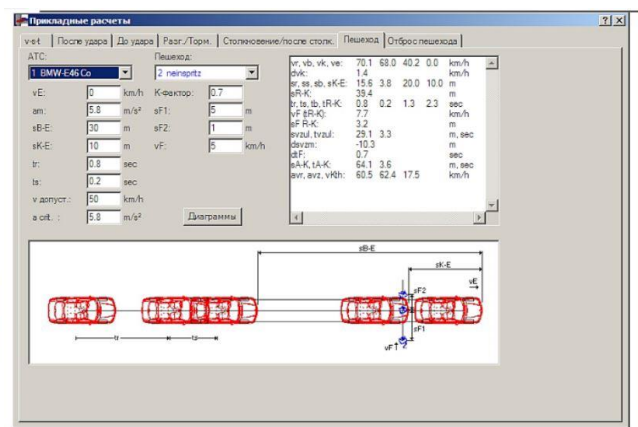


Рис. 13. Дополнительные расчеты

В функции динамики входит прогнозирование перемещения транспортного средства в различных условиях возникновения дорожно-транспортного происшествия.

Динамика:

- ✓ моделирование движения согласно установленной линии движения. моделирование перемещения автотранспортного средства в критических ситуациях.
- ✓ возможность моделирования движения в динамическом режиме в пространстве
- ✓ возможность применения при моделировании данных из пространственного сканера (asc, xyz, rgb формат).

С целью рассмотрения обстоятельств перемещения транспортного средства следует с помощью многомассовой кинематической схемы сформировать расчетную механическую схему, в которой будут отображены модели различного поведения водителя, пассажиров, а также автотранспортного средства, моменты инерции и моменты нагрузки на объекты, массы и действующие силы движущихся элементов.

Для наглядного примера ниже представлен список ключевых возможностей многомассовой системы:

- ✓ Моделирование движения пассажиров в салоне транспортного средства (Рис. 14).

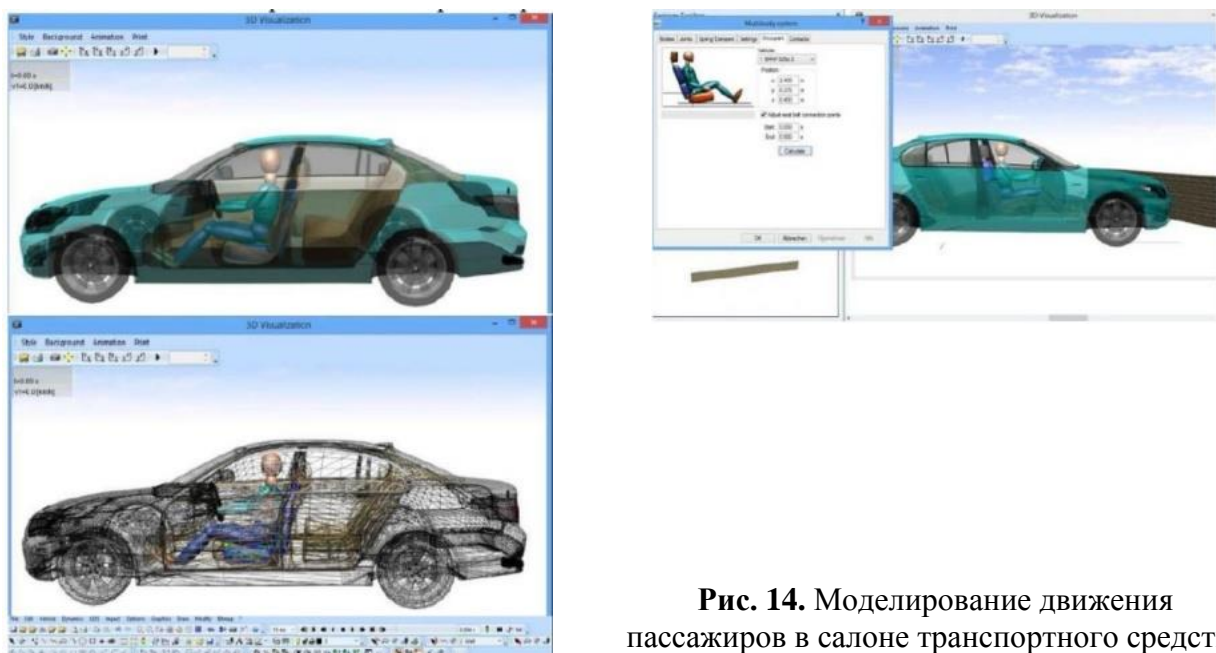


Рис. 14. Моделирование движения пассажиров в салоне транспортного средства

- ✓ Моделирование перемещения транспортных средств при транспортировке подвижного (незакрепленного груза), либо при нарушении крепления груза.
- ✓ Создание элементарных и сложных графических изображений.
- ✓ Инструмент для формирования пространственных графических объектов (к примеру, дорог, придорожных канав, подъёмов, спусков, дефектов дорожного полотна и т.д.) (Рис. 15).

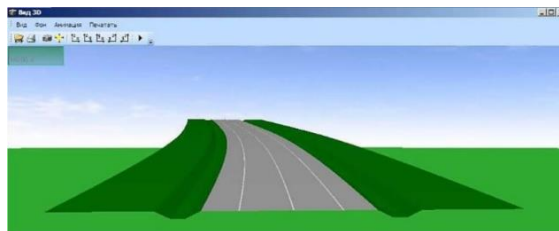


Рис. 15. Пространственный графический объект

- ✓ Моделирование передвижения с визуализацией работы светофоров.

Из всего вышеперечисленного можно сделать заключение, что при работе с программой PC-CRASH эксперты могут установить основные причины возникновения ДТП, условия его образования на различных участках дороги, внешние факторы, воздействующие на транспортное средство перед возникновением происшествия.

Результаты проведённой работы и исследований эксперты преобразуют в диаграммы и табличные результаты моделирования. Результаты расчёта могут быть представлены как отдельный текстовый файл, как диаграммы, с перспективой установления моментных значений характеристик. Данные результаты в дальнейшем будут прилагаться к документации.

Системная программа PC-CRASH на данный момент является одной из основных передовых программ, направленных на улучшение производства исследований дорожно-транспортных происшествий. При помощи программы за короткое время производятся вычисления, которые при исследовании самим экспертом производились бы намного дольше. Таким образом, мы убедились, что эффективность экспертных оценок существенно зависит от специальных программных систем. Более качественную оценку дорожно-транспортным происшествиям эксперт даёт при использовании им передовых системных программ, направленных на анализ и моделирование дорожно-транспортных происшествий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обзор программы PC-CRASH «PC-CRASH компьютерная программа для анализа и моделирования дорожно-транспортных происшествий», Dr. Steffan Datentechnik, г. Линц, Австрия, 2015 год (<http://docplayer.ru/35803642-Pc-crash-kompyuternaya-programma-dlya-analiza-i-modelirovaniya-dorozhno-transportnyh-proisshestviy.html>)

УДК 614.84

В. В. Харин, А. А. Кондашов, Е. Ю. Удавцова, Е. В. Бобринев, В. А. Маштаков
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны
МЧС России»

ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПЕРАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

Аннотация: рассмотрен подход к оценке готовности подразделений пожарной охраны с использованием факторного анализа. Изучены показатели оперативного реагирования и тушения пожаров в городских поселениях, городских округах и сельских поселениях Российской Федерации за 2015-2019 годы. Выделены четыре значимых фактора, изменение которых объясняет изменение наблюдаемых показателей. Рассчитаны факторные нагрузки изученных показателей и собственные значения значимых факторов. Проанализированы распределения субъектов РФ в пространстве первых двух значимых факторов.

Ключевые слова: пожар, готовность, эффективность, оперативное реагирование, факторный анализ, субъект РФ.

V. V. Kharin, A. A. Kondashov, E. Yu. Udavtsova, E. V. Bobrinev, V. A. Mashtakov

THE STUDY OF INDICATORS OF OPERATIONAL RESPONSE AND FIRE FIGHTING WITH THE USE OF FACTOR ANALYSIS

Abstract: an approach to assessing the readiness of fire protection units using factor analysis is considered. The indicators of rapid response and fire suppression in urban settlements, urban districts and rural settlements of the Russian Federation for 2015-2019 were studied. Four significant factors have been identified, the change of which explains the change in the observed indicators. Factor loads of the studied indicators and eigenvalues of significant factors are calculated. The distributions of the RF subjects in the space of the first two significant factors are analyzed.

Keywords: fire, readiness, efficiency, rapid response, factor analysis, subject of the Russian Federation.

Показатели оперативного реагирования и тушения пожаров, используются для анализа эффективности деятельности подразделений пожарной охраны и оценки их готовности [1-3].

Термин «готовность сил и средств пожарной охраны» определен в энциклопедии по пожарной безопасности [4]: «Готовность сил и средств пожарной охраны – состояние сил и средств, обеспечивающее способность в любых условиях оперативной обстановки и в установленные сроки успешно выполнить возложенные на пожарную охрану задачи».

Основные статистические показатели, характеризующие деятельность подразделений пожарной охраны по тушению пожаров: время прибытия пожарных расчетов к месту вызова; время локализации, представляющее собой период времени, необходимый для создания условий ограничения развития пожара в пространстве; время ликвидации последствий пожара, в течение которого происходит полное прекращение горения на пожаре и создаются условия, исключающие повторное возгорание [5-8]. Также учитываются такие показатели как, время сообщения о пожаре, время подачи первого ствола, время ликвидации открытого горения. С целью уменьшения количества анализируемых показателей используются также линейные комбинации вышеперечисленных показателей, такие как: время тушения (вычисляется как сумма времени подачи первого ствола и времени ликвидации открытого горения); время свободного горения (вычисляется как сумма времени сообщения о пожаре,

времени прибытия пожарных расчетов к месту вызова и временем подачи первого ствола); время занятости на пожаре и время обслуживания вызова.

Однако по таким линейным комбинациям сложно определить взаимосвязи между используемыми показателями с целью управления системой показателей. Изучение взаимосвязей и одновременное снижение количества изучаемых показателей возможно при использовании факторного анализа [9-11].

С целью выявления структурных связей между показателями оперативного реагирования и тушения пожаров с учетом особенностей отдельных субъектов Российской Федерации и выделения небольшого числа латентных факторов, изменение которых объясняет изменение наблюдаемых показателей, был проведен факторный анализ.

Для выделения факторов использовался метод главных факторов. Для облегчения предметной интерпретации факторов было проведено их вращение в пространстве переменных методом варимакс.

В общей сложности для проведения факторного анализа было отобрано 12 линейно независимых показателей для 83 субъектов Российской Федерации. Учитывались субъекты Российской Федерации, в состав которых входили как городские поселения и округа, так и сельские поселения. Для проведения исследования использованы усредненные значения показателей оперативного реагирования и тушения пожаров за 2015-2019 гг. [12].

Факторный анализ выявил четыре значимых фактора. При этом первый фактор объясняет 43% общей дисперсии, второй фактор – 24%, третий – 11%, четвертый – 9%, в сумме четыре значимых фактора объясняют 87% общей дисперсии.

В таблице 1 приведен список показателей с указанием порядковых номеров, которые используются для их отображения на рисунках и факторные нагрузки.

Для первого фактора наиболее значимыми являются следующие переменные:

- среднее время сообщения о пожаре в городах;
- среднее время сообщения о пожаре в сельской местности;
- среднее время прибытия пожарных расчетов к месту вызова в городах;
- среднее время прибытия пожарных расчетов к месту вызова в сельской местности;
- среднее время подачи 1-го ствола в сельской местности;
- среднее время ликвидации открытого горения в городах;
- среднее время ликвидации открытого горения в сельской местности;
- среднее время ликвидации последствий пожара в городах;
- среднее время ликвидации последствий пожара в сельской местности.

Таблица 1. Факторные нагрузки и собственные значения значимых факторов

№	Название показателя	Факторные нагрузки			
		Ф1	Ф2	Ф3	Ф4
1	Среднее время сообщения о пожаре в городах, мин.	-0,72	0,09	0,26	-0,42
2	Среднее время сообщения о пожаре в сельской местности, мин.	-0,75	-0,02	0,32	-0,33
3	Среднее время прибытия пожарных расчетов к месту вызова в городах, мин.	-0,76	0,04	-0,56	-0,08
4	Среднее время прибытия пожарных расчетов к месту вызова в сельской местности, мин.	-0,78	0,25	0,28	0,48
5	Среднее время подачи 1-го ствола в городах, мин.	-0,27	0,59	-0,70	0,08
6	Среднее время подачи 1-го ствола в	-0,62	0,58	0,15	0,47

	сельской местности, мин.				
7	Среднее время локализации пожара в городах, мин.	-0,30	-0,92	-0,12	0,05
8	Среднее время локализации пожара в сельской местности, мин.	-0,26	-0,94	-0,06	0,10
9	Среднее время ликвидации открытого горения в городах, мин.	-0,77	-0,28	-0,40	-0,03
10	Среднее время ликвидации открытого горения в сельской местности, мин.	-0,78	-0,44	0,12	0,38
11	Среднее время ликвидации последствий пожара в городах, мин.	-0,71	0,19	-0,07	-0,35
12	Среднее время ликвидации последствий пожара в сельской местности, мин.	-0,76	0,20	0,24	-0,18
Собственные значения факторов		5,16	2,84	1,34	1,06
Доля общей дисперсии		0,43	0,24	0,11	0,09

Первый фактор имеет наибольший вес из всех четырех факторов, что указывает на наиболее высокий вклад вышеперечисленных показателей в оценку готовности подразделений пожарной охраны.

Второй фактор связан в основном с временем локализации пожара в городских и сельских поселениях. Для него наиболее значимыми являются следующие переменные:

- среднее время локализации пожара в городах;
- среднее время локализации пожара в сельской местности.

В третьем факторе наиболее значимым оказался один показатель – среднее время подачи 1-го ствола в городах. Возможно этот фактор связан прежде всего с инфраструктурными особенностями городов, затрудняющими подачу первого ствола, а не с оценкой готовности подразделений пожарной охраны.

В четвертом факторе не оказалось значимых показателей оперативного реагирования и тушения пожаров. По-видимому, этот фактор связан с особенностями отдельных субъектов Российской Федерации.

Таким образом, для оценки готовности подразделений пожарной охраны можно рекомендовать использовать первые два выделенные фактора. На рис. 1 приведено расположение показателей реагирования в пространстве этих факторов.

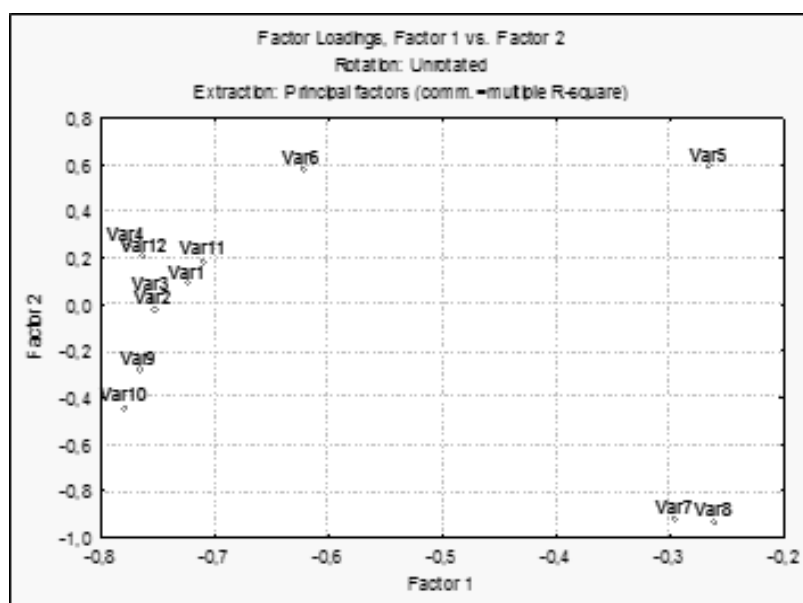


Рис. 1. Расположение показателей оперативного реагирования и тушения пожаров в пространстве первого и второго факторов

Рассчитаны величины этих факторов для каждого субъекта Российской Федерации. На рис. 2 приведена гистограмма распределения субъектов РФ, имеющих положительные значения по фактору 1, означающую высокую степень готовности подразделений пожарной охраны.

На рис. 3 приведена гистограмма распределения субъектов Российской Федерации, имеющих отрицательные значения по фактору 1, означающую менее высокую степень готовности подразделений пожарной охраны.

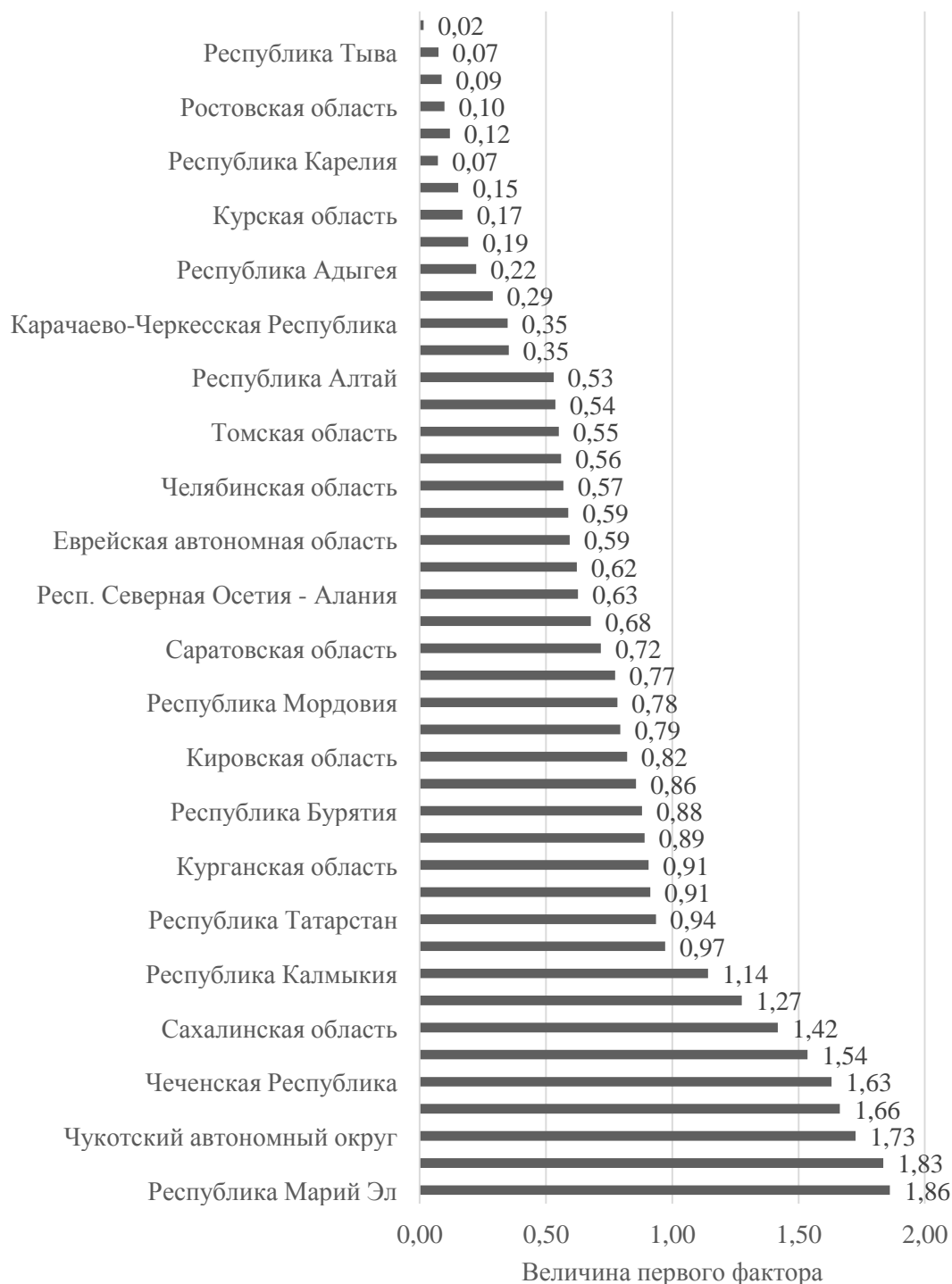


Рис. 2. Гистограмма распределения субъектов РФ, имеющих положительные значения по фактору 1

Наиболее высокую степень готовности, рассчитанную по первому фактору, показали подразделения пожарной охраны Республики Марий Эл, Магаданской области, Чукотского автономного округа, Камчатского края и Чеченской Республики.

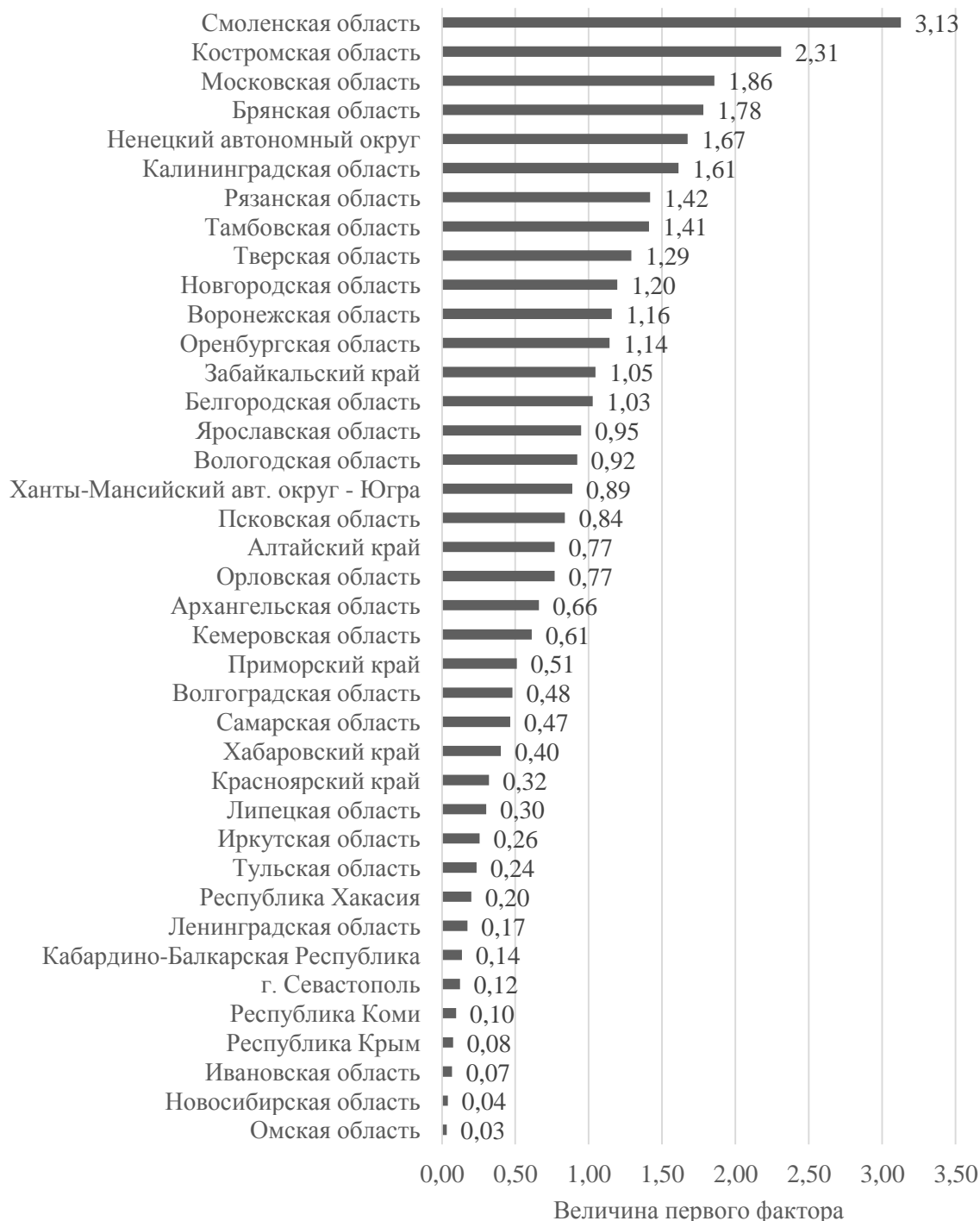


Рис. 3. Гистограмма распределения субъектов РФ, имеющих отрицательные значения по фактору 1

Наиболее низкую степень готовности, рассчитанную по первому фактору, показали подразделения пожарной охраны Смоленской, Костромской, Московской и Брянской областей.

На рис. 4 приведена гистограмма распределения субъектов РФ, имеющих положительные значения по фактору 2, означающую высокую степень готовности подразделений пожарной охраны.

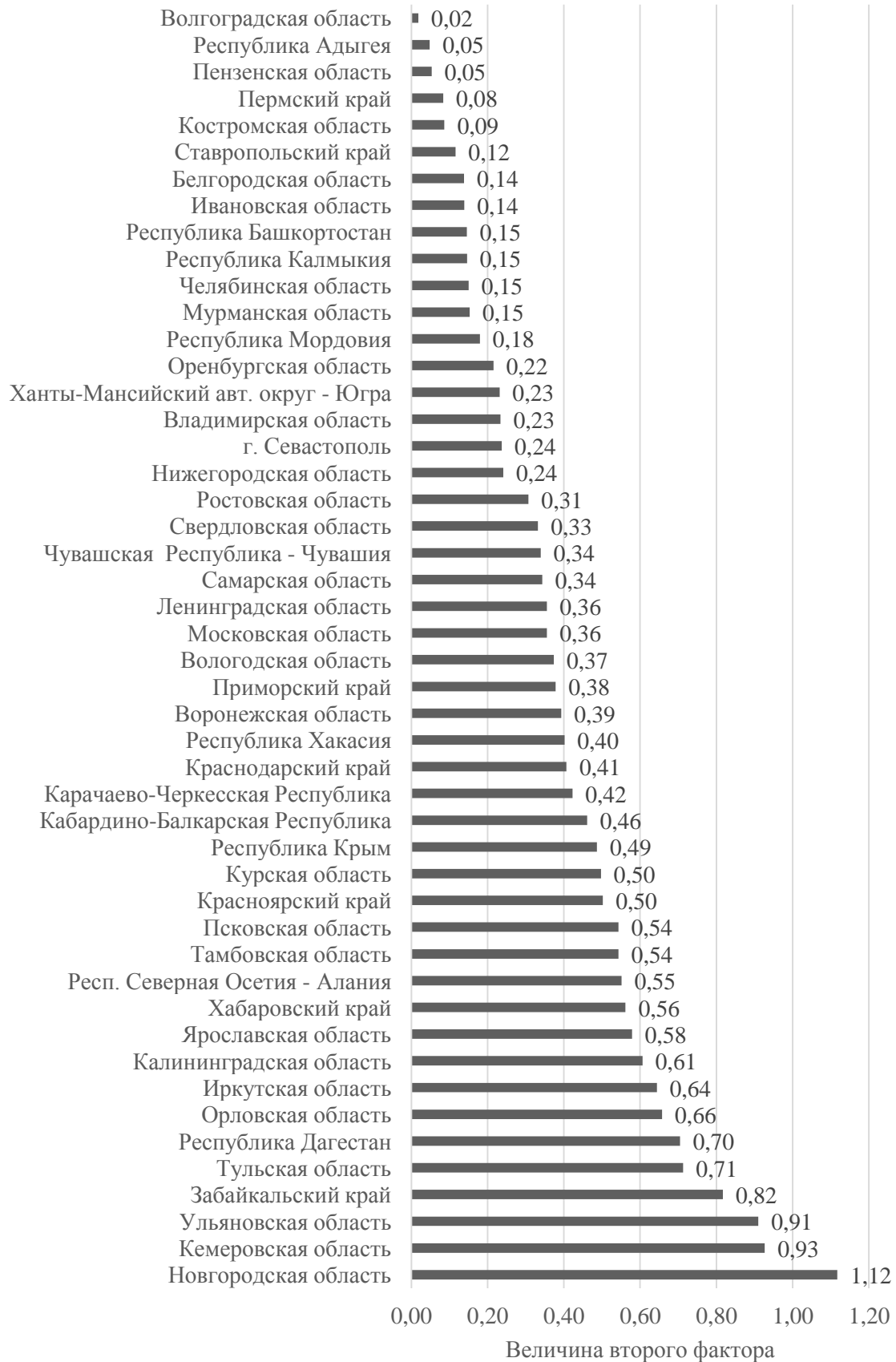


Рис. 4. Гистограмма распределения субъектов РФ, имеющих положительные значения по фактору 2

Наиболее высокую степень готовности, рассчитанную по второму фактору, показали подразделения пожарной охраны Новгородской, Кемеровской, Ульяновской, Тульской областей и Забайкальского края.

На рис. 5 приведена гистограмма распределения субъектов РФ, имеющих отрицательные значения по фактору 1, означающую менее высокую степень готовности подразделений пожарной охраны.

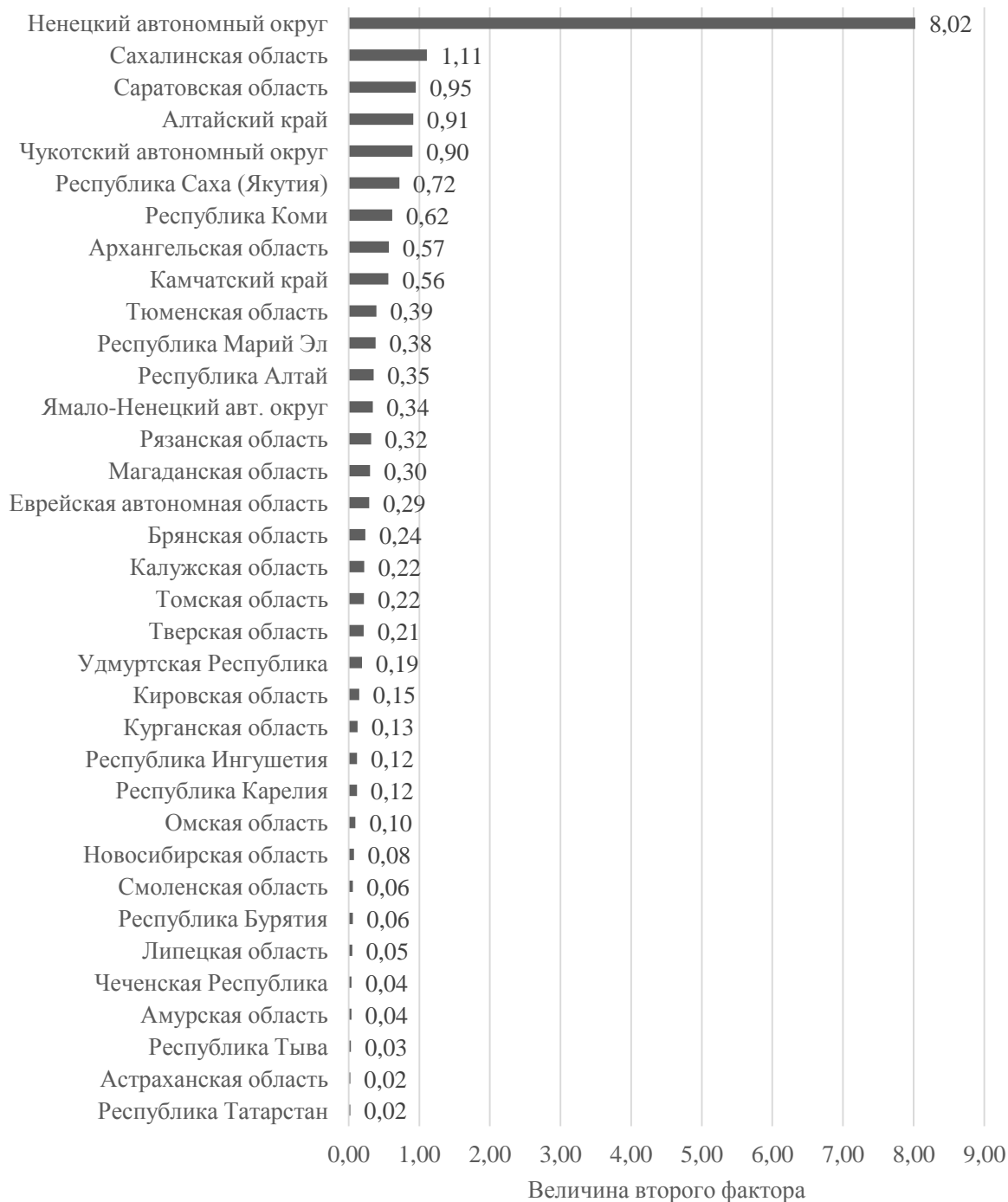


Рис. 5. Гистограмма распределения субъектов РФ, имеющих отрицательные значения по фактору 2

Наиболее низкую степень готовности, рассчитанную по первому фактору, показали подразделения пожарной охраны Ненецкого автономного округа, Сахалинской и Саратовской областей, Алтайского края и Чукотского автономного округа.

Подобный подход к оценке готовности подразделений пожарной охраны с использованием факторного анализа показателей оперативного реагирования и тушения пожаров с учетом особенностей отдельных субъектов Российской Федерации и выделения небольшого числа латентных факторов, изменение которых объясняет изменение наблюдаемых показателей представляется наиболее целесообразным. Собственные значения факторов позволяют отобрать для анализа только значимые факторы. Используя факторные нагрузки отобранных факторов можно рассчитать значения этих факторов для каждого объекта исследования (федеральный округ, субъект РФ, муниципальное образование, подразделение пожарной охраны) и оценить готовность подразделений пожарной охраны выполнить возложенные на них задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы: учебник. М.: МИПБ МВД России, 1998. 255 с.
2. Матюшин А. В., Порошин А. А., Кондашов А. А., Матюшин Ю. А. Обоснование законов распределения временных характеристик оперативного реагирования подразделений пожарной охраны // Пожарная безопасность. — 2006. — № 6. — С. 69-79.
3. Матюшин А. В., Порошин А. А., Бобринев Е. В., Олейник С. А. Из мирового опыта функционирования пожарной охраны: направления деятельности, параметры реагирования, ресурсное обеспечение // Пожарная безопасность. — 2004. — № 3. — С. 82-89.
4. Пожарная безопасность. Энциклопедия. - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007. - 416 с.
5. Гнездилова А. В., Кирильчук И. О. Анализ динамики основных среднестатистических показателей оперативного реагирования и тушения пожаров в Российской Федерации за 2003-2016 год. Прогрессивные технологии и процессы. Сборник научных статей 4-й Международной молодежной научно-практической конференции. 2017, С. 55-58.
6. Власов К.С., Денисов А.Н. Методика анализа показателей оперативного реагирования пожарно-спасательных подразделений. // Технологии техносферной безопасности. // 2016. — № 3 (67). — С. 207-213.
7. Власов К.С., Аручиди Н.А. Анализ показателей оперативного реагирования противопожарных подразделений МЧС России на пожары объектов морского и речного транспорта с использованием методов теории графов. Научно-технический сборник российского морского регистра судоходства. Санкт-Петербург. № 48-49., 2017, С. 37-42.
8. Харин В.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А. Сравнительный анализ показателей оперативного реагирования подразделений различных видов пожарной охраны. // Сибирский пожарно-спасательный вестник, 2019, №2. - С.54-58.
9. Харин В.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А. Исследования социальных рисков последствий пожаров с использованием факторного анализа // Сибирский пожарно-спасательный вестник, 2019, №4. - С.43-48.
10. Харин В.В., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю. Результаты применения факторного моделирования формирования обстановки с пожарами в сельских поселениях субъектов Российской Федерации. // Вестник ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности». 2018. - №3. – С. 118-127.
11. 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.

12. Статистика пожаров за 2012-2018 год. [Электронный ресурс]: <https://sites.google.com/site/statistikapozaro/home/rezultaty-rascetov/operativnye-dannye-pozaram>. (дата обращения: 14.01.2020 г.).

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Kwon К.-Н., 27
Алдамова Х. К., 135
Александров А. И., 90, 94
Алиев Р. Г., 167
Ананьева Е. А., 264
Артюхов А. И., 3
Бабеньшев С. В., 44
Багажков И. В., 8, 13, 203
Баженов А. С., 94
Баканов М. О., 203, 297
Бакулина И. Р., 170
Баранова Д. С., 221
Белкина Е. Г., 175, 244
Белов С. В., 180
Белова И. В., 180
Блюмин С. Л., 271
Бобринев Е. В., 320, 334, 347
Бобылев А. В., 69
Боровкова Г. С., 271
Бубнов В. Б., 139, 275
Василькин Д. П., 124
Волков С. Н., 142
Волкова В. П., 124
Волкова Т. Г., 188
Гаврилова О. Н., 16
Ганина А. В., 227
Гессе Ж. Ф., 158, 192
Голубев А. С., 326
Горинова С. В., 195
Гундарева А. Н., 161
Гусев Л. А., 24
Гусейнов С. С., 16
Данилов И. Л., 60, 65
Двойникова А. В., 31
Дружинина Е. В., 262
Егорова Н. И., 60, 65
Емелин В. Ю., 227
Еремеева С. В., 135
Ермилов А. В., 199, 203, 206
Ермошин А. В., 281
Ершова Т. С., 135
Есина М. Г., 167
Ефремов А. М., 27, 69, 101
Жукова О. И., 161
Заборщикова П. Е., 31
Завьялова О. А., 286
Зайцева С. А., 209, 330
Зубаков А. Ф., 294
Иванов В. Д., 148
Иванов Е. А., 218
Иванов И. В., 209
Иванова М. В., 148
Исаев В. Н., 35
Калинин В. В., 74
Карташова А. П., 40
Кебец А. П., 254
Кебец Н. М., 254
Киселев В. С., 214
Кисляков П. А., 264
Кичайкин В. В., 218, 242
Клюев М. В., 8
Ковалев П. Е., 56
Ковель А. А., 44
Ковырзин М. С., 139
Козин А. С., 69
Кондашов А. А., 320, 334, 347
Коноваленко Е. П., 262
Коноваленко П. Н., 13
Кочетова Л. Б., 31, 175
Крапивкина О. В., 130
Краснов И. А., 218, 221
Кривоносов А. В., 142
Кропотова Н. А., 223
Круглякова А. А., 31
Крылов В. Т., 242
Крылов Д. А., 78
Кузнецов А. В., 297
Кузнецова Д., 106
Кузьмина З. А., 188
Кулаков А. С., 49
Куликов И. М., 139
Кумеева Т. Ю., 106
Кустова Т. П., 31, 175, 244
Лазарев А. А., 227
Лебедева Н. Ш., 16, 53
Легкова И. А., 223
Липин А. А., 56
Липин А. Г., 56
Магдалинова Н. А., 244
Мальгин А. Д., 153
Малюгин А. А., 69
Маркелов В. К., 286
Марков Д. С., 153, 233
Мачтаков С. Г., 305
Маштаков В. А., 347
Медведева Л. В., 60, 65
Мочалов А. М., 262
Мочалова Т. А., 49, 262
Мулендеев А. Г., 158
Мурин Д. Б., 69, 106
Наконечный С. Н., 309
Нанакина Ю. С., 236
Натареев С. В., 74
Наумов А. В., 13
Некрасов А. С., 78
Ниткин А. Н., 218, 221, 242
Орлова Е. В., 258
Ощенко И. И., 81
Палин Д. Ю., 86
Парасич И. А., 192, 275
Пашкова Т. В., 90, 94
Петров А. Н., 315
Пивоваренок С. А., 69
Поликарпова Е. А., 233
Помогаева Е. А., 161
Порошин А. А., 320
Порядочнова К. А., 309
Пучков П. В., 97
Репин Д. С., 275
Рзаева Е. И., 248
Родионичева Е. Д., 326
Свиридов А. В., 254
Симакова Е. С., 236
Симонова А., 112
Смирнов В. А., 281, 330
Смирнов С. А., 3, 81
Снегирев Д. Г., 74
Соболев А. М., 101
Сокерина Е. Ю., 120
Сторонкина О. Е., 49, 262
Сысоев А. С., 271
Таланова И. О., 188
Тараканов Д. В., 297
Таратанов Н. А., 53
Тиняков С. Е., 44
Трибунских О. А., 305
Троценко И. В., 148
Трошенкова Д. А., 3
Трунтов Д. А., 309
Тюрина С. Ю., 258
Удавцова Е. Ю., 320, 334, 347
Филатова Ю. А., 340
Фролова Т. В., 192
Хазова И. В., 275
Харин В. В., 320, 347
Хвостов А. С., 153
Холодков И. В., 69, 106, 112
Холодкова Н. В., 69, 106, 112
Хонгорова О. В., 340
Чумаков Е. С., 218
Шварев Е. А., 262
Шибашов А. В., 120
Шикова Т. Г., 124, 130
Шмелева Е. А., 264
Юрина Е. С., 16

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. Фундаментальные и прикладные вопросы физики и химии

<i>Артюхов А. И., Трошенкова Д. А., Смирнов С. А.</i> Плазмохимическое модифицирование поверхности полимерных материалов	3
<i>Багажков И. В., Ключев М. В.</i> Термическая деструкция полимерных отделочных материалов	8
<i>Багажков И. В., Коноваленко П. Н., Наумов А. В.</i> Дым и его токсичность.....	13
<i>Гаврилова О. Н., Лебедева Н. Ш., Гусейнов С. С., Юрина Е. С.</i> Антиоксидантные свойства макрогетероциклических соединений в составе биополимеров	16
<i>Гусев Л. А.</i> Планирование эксперимента с комбинированным уплотнением.....	24
<i>Ефремов А. М., Kwon К.-Н.</i> О эффективности генерации атомов фтора в плазме смеси $C_4F_8 + O_2 + Ar$	27
<i>Заборицкова П. Е., Двойникова А. В., Кочетова Л. Б., Кустова Т. П., Круглякова А. А.</i> Квантово-химическое моделирование механизма реакций гидразидов бензойной и бензолсульфоновой кислот с 3-нитробензолсульфонилхлоридом в газовой фазе.....	31
<i>Исаев В. Н.</i> Исследование теплоотдачи в гладких рубашках реакторов емкостного типа	35
<i>Карташова А. П.</i> Вклад сложного характера организации наноматериала $ingan/gan$ светодиодов в эффект падения внешней квантовой эффективности.....	40
<i>Ковель А. А., Бабенышев С. В., Тиняков С. Е.</i> Учет биологических и физических факторов при экспериментальной отработке керамических изделий	44
<i>Кулаков А. С., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А.</i> Определение температурных показателей пожарной опасности текстильных материалов в целях пожарно-технической экспертизы ...	49
<i>Лебедева Н. Ш., Таратанов Н. А.</i> Исследование добавок к пенообразующим составам на основе оксида алюминия.....	53
<i>Липин А. А., Ковалев П. Е., Липин А. Г.</i> Моделирование сушки функциональных покрытий на композиционном материале.....	56
<i>Медведева Л. В., Данилов И. Л., Егорова Н. И.</i> Изучение сложения гармонических колебаний с помощью модели виртуального осциллографа в среде Excel	60
<i>Медведева Л. В., Данилов И. Л., Егорова Н. И.</i> Моделирование вынужденных механических колебаний и резонанса в среде Excel	65
<i>Мурин Д. Б., Козин А. С., Бобылев А. В., Малюгин А. А., Пивоваренок С. А., Холодков И. В., Холодкова Н. В., Ефремов А. М.</i> Оптическая эмиссионная спектроскопия, как метод контроля состава газовой фазы	69
<i>Натареев С. В., Калинин В. В., Снегирев Д. Г.</i> Кинетика сушки пластика на основе сополимера акрилонитрила с бутадиеном и стиролом	74
<i>Некрасов А. С., Крылов Д. А.</i> Способ оценки коэффициента теплопроводности строительных материалов	78
<i>Ощенко И. И., Смирнов С. А.</i> Плазморастворные системы и синтез наночастиц.....	81
<i>Палин Д. Ю.</i> Теоретическое исследование магнитной системы на основе магнитного эластомерного материала	86

<i>Пащикова Т. В., Александров А. И.</i> Спектральные исследования некоторых низкомолекулярных фенилбензоатов	90
<i>Пащикова Т. В., Баженов А. С., Александров А. И.</i> Влияние температуры на спектральные характеристики тонких пленок.....	94
<i>Пучков П. В.</i> Применение законов физики и математики в биологических науках	97
<i>Соболев А. М., Ефремов А. М.</i> Параметры плазмы и кинетика реактивно-ионного травления SiO ₂ в смеси CF ₄ + Ar	101
<i>Холодков И. В., Холодкова Н. В., Мурин Д. Б., Кумеева Т. Ю., Кузнецова Д.</i> Гидрофобизация поверхности полиэфирной ткани в ВЧ плазме фторсодержащих газов.....	106
<i>Холодков И. В., Холодкова Н. В., Симонова А.</i> Диэлектрические теплоотводящие подложки в свч электронике на основе поликристаллических алмазных пластин.....	112
<i>Шибашов А. В., Сокерина Е. Ю.</i> Влияние ультразвукового воздействия на сорбционную способность капиллярных материалов, содержащих мочевиноформальдегидную смолу	120
<i>Шикова Т. Г., Василькин Д. П., Волкова В. П.</i> Распределение эффекта модифицирования по поверхности пленок полипропилена, обработанных в послесвечении разряда атмосферного давления	124
<i>Шикова Т. Г., Крапивкина О. В.</i> Влияние обработки в плазме аргона и его смесей с кислородом на поверхностные свойства пленок ПЭТФ	130

РАЗДЕЛ 2. Биология, экология и человек

<i>Алдамова Х. К., Еремеева С. В., Ершова Т. С.</i> Противомикробные свойства экстрактов из листьев некоторых видов растений семейства маревые <i>chenopodiacea</i> Астраханской области	135
<i>Бубнов В. Б., Куликов И. М., Ковырзин М. С.</i> Разработка модели нестационарного истечения для оценки экологического ущерба вследствие аварийных разливов нефти	139
<i>Волков С. Н., Кривоносов А. В.</i> Сознание и материя в вопросах экологической этики.....	142
<i>Иванов В. Д., Иванова М. В., Троценко И. В.</i> Проверка квалификации мобильных лабораторий посредством межлабораторных сличений	148
<i>Марков Д. С., Малыгин А. Д., Хвостов А. С.</i> Оценка экологического состояния окрестностей озера литвин с использованием геоинформационного инструментария	153
<i>Мулендеев А. Г., Гессе Ж. Ф.</i> О пожарах на транспорте в Республике Татарстан	158
<i>Помогаева Е. А., Гундарева А. Н., Жукова О. И.</i> Оценка показателей биологической ценности молока, различных видов лактирующих сельскохозяйственных животных, при его заморозки	161

РАЗДЕЛ 3. Проблемы современной педагогики и пути их решения

<i>Алиев Р. Г., Есина М. Г.</i> Философия безопасности в духовной сфере.....	167
<i>Бакулина И. Р.</i> Анализ взаимодействия обучающихся с контентом онлайн-курса «Начертательная геометрия»	170
<i>Белкина Е. Г., Кустова Т. П., Кочетова Л. Б.</i> Компетентностная модель выпускника ОП «Медицинская и фармацевтическая химия»	175

<i>Белов С. В., Белова И. В.</i> Формирование информационно-медийной грамотности у студентов средствами преподаваемых дисциплин	180
<i>Волкова Т. Г., Таланова И. О., Кузьмина З. А.</i> SOFT SKILLS: трансформация профессиональных стереотипов	188
<i>Гессе Ж. Ф., Фролова Т. В., Парасич И. А.</i> Об игровой форме повторения и запоминания взаимосвязанной системы терминов и определений	192
<i>Горина С. В.</i> К вопросу о трансформации образовательного процесса	195
<i>Ермилов А. В.</i> Методические возможности класса ситуационного моделирования в профессиональной подготовке бакалавра МЧС России	199
<i>Ермилов А. В., Баканов М. О., Багажков И. В.</i> Пути совершенствования учебной дисциплины «Организация пожаротушения»	203
<i>Ермилов А. В.</i> Ситуационная задача поэтапного прибытия сил и средств на место пожара .	206
<i>Зайцева С. А., Иванов И. В.</i> Развитие ИКТ–компетентности педагога в условиях магистерской подготовки	209
<i>Киселев В. С.</i> Этапы профессионального становления будущего учителя	214
<i>Кичайкин В. В., Ниткин А. Н., Чумаков Е. С., Краснов И. А., Иванов Е. А.</i> Технология модульного обучения в образовательном процессе кадров МЧС России	218
<i>Краснов И. А., Ниткин А. Н., Баранова Д. С.</i> Опыт прохождения практики слушателя магистратуры в должности преподавателя Вуза МЧС России	221
<i>Кропотова Н. А., Легкова И. А.</i> Новое представление о взаимодействии преподаватель – обучающийся в подготовке высококвалифицированных специалистов	223
<i>Лазарев А. А., Емелин В. Ю., Ганина А. В.</i> О результатах анкетирования участников Ивановского областного этапа фестиваля «Таланты и поклонники» в 2019 году	227
<i>Марков Д. С., Поликарпова Е. А.</i> Направления организации учебной деятельности школьников с использованием картографических материалов	233
<i>Нанакина Ю. С., Симакова Е. С.</i> К вопросу о необходимости формирования и повышения уровня предпринимательской культуры студентов как ключевого элемента их профессиональной компетентности	236
<i>Ниткин А. Н., Кичайкин В. В., Крылов В. Т.</i> Профилактика и урегулирование конфликтов в образовательных организациях	242
<i>Помелова А. И.</i> Особенности формирования регулятивных универсальных учебных действий у обучающихся основной школы	244
<i>Рзаева Е. И.</i> Технологические аспекты осуществления интерактивного обучения в преподавании психологических дисциплин на факультете педагогики и психологии	248
<i>Свиридов А. В., Кебец А. П., Кебец Н. М.</i> Роль расчетных задач в обучении курсантов общей и неорганической химии	254
<i>Тюрина С. Ю., Орлова Е. В.</i> Вопросы разработки учебных материалов по иностранному языку в неязыковом Вузе	258
<i>Шварев Е. А., Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е., Коноваленко Е. П., Мочалов А. М., Дружинина Е. В.</i> Современные образовательные технологии как способ повышения эффективности учебных занятий посредством стимулирования познавательной активности обучающихся	262
<i>Шмелева Е. А., Кисляков П. А., Ананьева Е. А.</i> Социальные сети в образовательном процессе	264

РАЗДЕЛ 4. Информатика, информационные технологии и прикладная математика

<i>Блюмин С. Л., Боровкова Г. С., Сыроев А. С.</i> Конечные приращения и квантовые производные	271
<i>Бубнов В. Б., Ретин Д. С., Хазова И. В., Парасич И. А.</i> Применение методов математического моделирования для описания процессов в противопожарных водопроводах, работающих в природно-климатических условиях арктики.....	275
<i>Ермошин А. В., Смирнов В. А.</i> Примеры олимпиадных задач по программированию, которые вызывают затруднения и интерес у школьников.....	281
<i>Завьялова О. В., Маркелов В. К.</i> Разработка комплекта интерактивных заданий по теме «Информационная безопасность» на языке программирования Python	286
<i>Зубаков А. Ф.</i> Использование платформы Stepik при организации смешанного обучения в высшем образовании	294
<i>Кузнецов А. В., Баканов М. О., Тараканов Д. В.</i> Алгоритмы синтеза данных по беспилотным авиационным системам для информационной поддержки управления при ликвидации ЧС	297
<i>Мачтаков С. Г., Трибунских О. А.</i> Оптимизация насадки водоиспарительного кондиционера при проведении эксперимента.....	305
<i>Наконечный С. Н., Порядочнова К. А., Трунтов Д. А.</i> Изучение стабильности процесса испытаний на воспламеняемость образцов древесины осины с помощью контрольных X- Карт Шухарта.....	309
<i>Петров А. Н.</i> К вопросу о прогнозировании пожаров	315
<i>Порошин А. А., Харин В. В., Бобринев Е. В., Кондашов А. А., Удавцова Е. Ю.</i> Использование методов статистического анализа для сравнительной оценки уровней пожарной опасности объектов защиты	320
<i>Родионыхева Е. Д., Голубев А. С.</i> Обеспечение безопасности персональных данных медицинских информационных систем средствами ИС.....	326
<i>Смирнов В. А., Зайцева С. А.</i> Игровые формы организации тестирования как средство развития интереса у школьников к программированию.....	330
<i>Удавцова Е. Ю., Бобринев Е. В., Кондашов А. А.</i> Оценка социально-психологического климата в подразделениях МЧС России с использованием социометрического теста.....	334
<i>Филатова Ю. А., Хонгорова О. В.</i> Компьютерные технологии в трасологической экспертизе. моделирование дорожно-транспортных происшествий при помощи системной программы PC-Crash.	340
<i>Харин В. В., Кондашов А. А., Удавцова Е. Ю., Бобринев Е. В., Маштаков В. А.</i> Изучение показателей оперативного реагирования и тушения пожаров с использованием факторного анализа	347
<i>АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ</i>	356

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ

**V Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием**

Иваново, 24 марта 2020 года

Издается в авторской редакции

Текстовое электронное издание

Подписано в печать 01.06.2020 г.

Формат 60×84 1/8. Усл. печ. л. 22,8. Уч.-изд. л. 21,2. Заказ № 84

Отделение организации научных исследований
научно-технического отдела

Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33