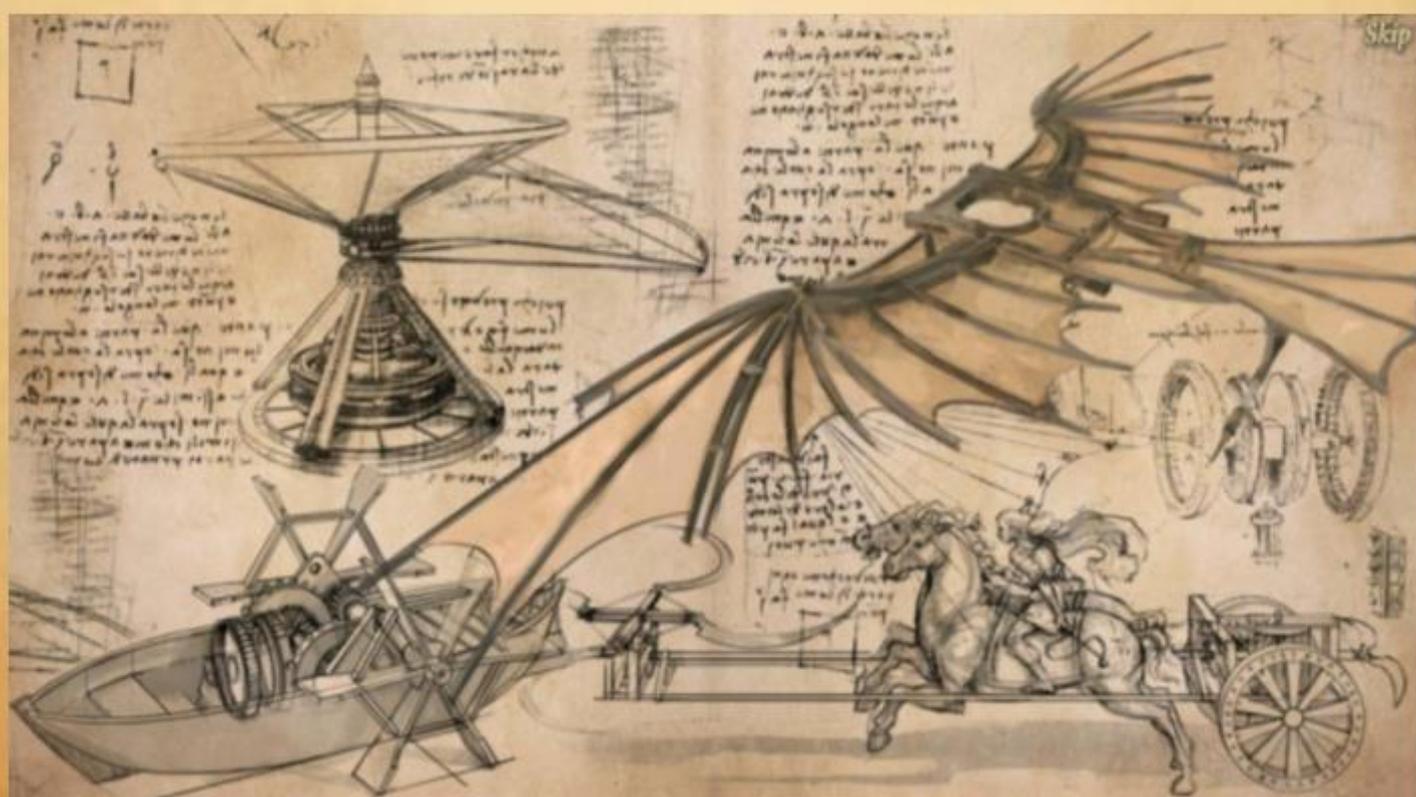


АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

III Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием



Иваново 2018

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



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
III Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием**

5 апреля 2018 года

Иваново
2018

УДК 50
ББК 30

Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 5 апреля 2018 года / сост.: Н. Е. Егорова. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – 303 с. – ISBN 978-5-6040373-4-8

В сборнике представлены материалы выступлений и статьи участников конференции, отражающие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области естественнонаучных дисциплин (физики, химии, 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 papers of the conference participants, reflecting the results of fundamental and applied research in the field of natural Sciences (physics, chemistry, 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 **А. М. Ефремов** (председатель оргкомитета)
доктор хим. наук, профессор **Н. Ш. Лебедева** (заместитель председателя оргкомитета)
канд. хим. наук **С. В. Беляев**
канд. техн. наук **А. А. Арбузова**
канд. техн. наук, доцент **М. Г. Есина**
канд. техн. наук, доцент **Д. Г. Снегирев**
канд. физ.-мат. наук **О. В. Хонгорова**
канд. физ.-мат. наук, доцент **Н. Е. Егорова** (секретарь оргкомитета)

ISBN 978-5-6040373-4-8

© ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ И ХИМИИ

Биохимические аспекты нейротоксичности продуктов термического разложения фторсодержащих материалов. Баранец А.А., Пригорелов Г.А., Хамраев Е.Т.	8
Восстановление диатомита, используемого для очистки сточных вод от нефтепродуктов, в диэлектрическом барьерном разряде. Гусев Г.И., Гуцин А.А., Солодухин А.А., Лысенкова Ю.М.	12
Газофазные и гетерогенные процессы в плазме фторуглеродных газов. Ефремов А.М., Мурин Д.Б., Беляев С.В., Снегирев Д.Г.	17
Диоксид кремния как добавка к ПАВ. Богданов И.А., Таратанов Н.А., Лебедева Н.Ш. ...	22
Диффузия в частице сферической формы в условиях полупериодического процесса. Захаров Д.Е., Натареев С.В., Никифорова Т.Е., Беляев С.В.	26
Исследование бутилированной воды на соответствие заявленному производителем составу. Сторонкина А.О., Сторонкина О.Е., Мочалова Т.А.	30
Исследование влияния ультразвукового воздействия различной мощности на вязкость растворов предконденсатов термореактивных смол. Шибашов А.В., Смирнова А.С.	32
Исследование и математическое описание влияния строения и соотношения предполимера и изоцианата на устойчивость полиуретановых композитов к изгибу. Левкин А.А., Арбузова А.А.	36
Исследование межмолекулярных взаимодействий карбонильного соединения с углеродным сорбентом. Гаврилов С.О., Гурина Д.Л.	39
К вопросу изучения термоокислительной деструкции полимерных строительных материалов для создания научных основ повышения огнестойкости материалов. Лебедева Н.Ш., Недайводин Е.Г., Сухих С.Д.	42
О глобальной угрозе жизни на земле со стороны солнца. Жеребятьев В.И.	45
О строении «электрических полей». Жеребятьев В.И.	48
О сути энергии. Жеребятьев В.И.	51
Обзор методов аналитического определения температуры вспышки смесей горючих жидкостей. Мочалова Т.А., Сторонкина О.Е.	54
Определение сплошности полимерной оболочки капсулированных зернистых материалов. Небукин В.О., Липин А.Г., Липин А.А.	58
Определение энергетически эффективных режимов вакуумной сушки хлопковой целлюлозы. Липин А.А., Липин А.Г., Исаев В.Н.	62
Особенности переноса тепла в текстильных материалах. Маркман Э.Э., Иванов Н.В., Снегирев Д.Г.	65
Оценка влияния различных видов биологической коррозии на бетон. Чеснокова Т.В., Киселев В.А.	68
Параметрический синтез насадки водоиспарительного кондиционера. Галкин Е.А., Мачтаков С.Г., Трибунских О.А.	71

Получение гемимицелл анионных ПАВ на кремнеземах. Богданов И.А., Таратанов Н.А., Лебедева Н.Ш.	75
Потенциалы разложения растворов LiAsF_6 в смешанном растворителе пропиленкарбонат-ацетонитрил. Чекунова М.Д., Тюнина Е.Ю.	79
Проблема применения закона Ома для замкнутой цепи, содержащей источник тока. Иванова О.В., Кулиш С.В.	82
Сверхпроводящие материалы и возможности их применения. Ганина А.В., Семенова К.В.	86
Сопоставительная характеристика некоторых физико-химических свойств пенообразователей для тушения пожаров ПО-6ЦТ, ПО-6ТС-М И ПО-6РЗ. Кудрякова Н.О., Предеин А.Н., Сенченко Д.К., Мосюндз А.В., Гришина Е.П.	89
Спектральные и электронографические исследования пленок на основе полипропилениминового дендримера нулевой генерации. Пашкова Т.В., Александров А.И.	92
Термозащитные свойства текстильных материалов. Зуйкова А.С., Сизов М.В., Снегирев Д.Г.	96
Фармакологическая защита при отравлениях свинцом. Баранец А.А., Мельников В.Е.	99
Физико-химические аспекты горения в условиях невесомости. Левкин А.А., Мухамедьянов Ф.Ф., Лебедева Н.Ш., Беляев С.В., Снегирев Д.Г.	104
Экспресс-оценка риска причинения вреда от воздействия теплового потока при пожаре. Лобаев И.А., Волошенко А.А.	110
Электронный парамагнитный резонанс. Холодков И.В., Холодкова Н.В.	115
Электрофизические параметры плазмы аргона, взаимодействующей с поликарбонатом. Трошенкова Д.А., Смирнов С.А.	120

РАЗДЕЛ 2. ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Воспитание патриотизма и гражданского самосознания как главных факторов формирования гражданской позиции студентов академии гражданской защиты МЧС ДНР в процессе преподавания английского языка. Лабинская А.В.	124
Дистанционное обучение. Преимущества, проблемы внедрения. Глухов В.А., Глухова М.В.	130
Интеграция натуральных и виртуальных лабораторных работ на примере изучения темы «Дифракция». Медведева Л.В., Данилов И.Л., Егорова Н.И.	135
Интергративный подход в учебном процессе вуза технического профиля. Паниотова Д.Ю., Демченко Н.С.	140
К вопросу об использовании сферических панорам в образовательном процессе. Гессе Ж.Ф., Таратанов Н.А., Богданов И.А.	144
Научная теория как методологический фундамент и гностический генератор инновационных идей в парадигме психолого-педагогических технологий. Лобжжа М.Т.	147
Обзор многофункциональных интерактивных специализированных тренажерно-обучающих комплексов. Шашков К.О., Арбузова А.А.	151

Обмен опытом при написании пособия по дисциплине «Специальная химия». <i>Сарасеко Е.Г.</i>	156
Обучение тушению пожаров на базе технологии виртуальной реальности. <i>Нефедов Е.В., Матяшин И.А., Арбузова А.А.</i>	160
Особенности преподавания правовых дисциплин иностранным слушателям. <i>Александрова Н.Г.</i>	164
Особенности формирования образовательной среды в вузах пожарно-технического профиля (на примере АГПС МЧС России). <i>Беда Н.В.</i>	167
Педагогические аспекты совершенствования стрессоустойчивости руководителя тушения пожара. <i>Тимошков В.Ф., Донцова Э.Н.</i>	170
Педагогические подходы к развитию учебной мотивации студентов высшего профессионального образования. <i>Приходченко Е.И., Шевченко Е.Б.</i>	172
Проблемы преподавания гуманитарных дисциплин в негуманитарном вузе (на примере преподавания дисциплины «Психология и педагогика» в АГПС МЧС России). <i>Иванихина И.В., Веденина Е.С.</i>	177
Пути преодоления трудностей при изучении интегрального исчисления. <i>Шимитило В.Л., Усачева Т.В.</i>	181
Разработка методики проведения тренировок с газодымозащитниками в задымляемом модуле многофункционального тренажерного комплекса подготовки газодымозащитников. <i>Никишов С.Н., Баканов М.О.</i>	185
Рефлексивно-акмеологический подход к подготовке специалистов в области гражданской защиты. <i>Коновалова Ю.А.</i>	189
Решение конфликтных ситуаций в педагогическом процессе методом психологического айкидо. <i>Одинцова Е.Г., Гурина Д.Л.</i>	192
Смешанное обучение как форма организации учебного процесса для подготовки кадров в системе МЧС России. <i>Коробейникова Е.Г., Лебедев А.Ю., Шилов А.Г.</i>	195
Социально-педагогическая поддержка студента в высшем профессиональном образовании. <i>Приходченко Е.И., Бойко Н.И.</i>	202

РАЗДЕЛ 3. МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Аналитические и численные методы моделирования распределения профиля температур в пеностекле. <i>Баканов М.О., Никишов С.Н., Морозов В.В.</i>	207
Демографическое прогнозирование численности населения Ивановской области. <i>Руданова Ю.С., Есина М.Г.</i>	212
Индексы среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в Российской Федерации в 2017 году. <i>Кайбичев И.А.</i>	216
Информационное обеспечение оперативной дежурной смены учебного центра управления в кризисных ситуациях академии. <i>Пшанов А.П., Егорова Н.Е.</i>	220
Информационные технологии определения целей управления. <i>Сыско М.С., Есина М.Г.</i>	223
Использование 3D моделирования в области судебной экспертизы. <i>Бардачев М.Д., Хонгорова О.В.</i>	226

Использование прикладных программ в области государственного и муниципального управления. Асанов Т.Р., Есина М.Г.	231
Использование CRM-систем для планирования работы преподавателей. Торопова М.В., Чеснокова Т.В.	233
Использование самоорганизующихся автономных сенсорных сетей для мониторинга состояния распределенных энергетических систем. Михайличенко А.Е., Елина Т.Н.	235
Компьютерное тестирование как элемент дистанционного обучения. Торопова М.В.	238
Математическое моделирование пористой структуры материала в технологии пеностекла. Баканов М.О., Никишов С.Н., Азизов И.И.	241
Математическое моделирование процессов температурной обработки в технологии пеностекла. Баканов М.О., Никишов С.Н., Чичадаев С.А.	244
Математическое моделирование теплообмена швейной иглы. Егоров С.А., Егорова Н.Е., Шувье Е.С., Мухин А.А.	248
Моделирование движения газовых частиц внутри газовой камеры. Захаров Е.Ю., Егорова Н.Е.	251
Обоснование выбора метода численного решения системы дифференциальных уравнений первого порядка для расчетного модуля программы для ЭВМ по расчету времени блокирования путей эвакуации с учетом тушения водой. Шварев Е.А., Лапшин С.С., Егорова Н.Е., Арбузова А.А.	254
Описание программы pathfinder, используемой для обеспечения техносферной безопасности. Скачко М.В., Есина М.Г.	258
Оптимизация расчета сложных гидравлических сетей систем противопожарного водопровода. Зарубина Е.В., Ретин Д.С., Шмелева Т.В., Полякова А.М.	260
Оценка функциональных возможностей программной среды Lazarus на примере его использования для создания программы по определению геометрических параметров пожара. Калинова А.А., Арбузова А.А.	263
Повышение оперативности и надежности облачной инфраструктуры на базе распределенной файловой системы. Мыльников В.А., Елина Т.Н.	266
Порядок работы в программном комплексе FIRESAFETY как подготовка к реконструкции пожара. Шавлюга А.А., Таратанов Н.А.	269
Применение СУБД Access для разработки базы данных «Учет публикаций кафедры естественнонаучных дисциплин». Губина И.В., Егорова Н.Е.	274
Прогноз среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в Российской Федерации на 2018 год. Кайбичев И.А.	277
Разработка и использование баз данных в области пожарной безопасности. Илларионова Т.И., Карнычева В.В., Егорова Н.Е.	281
Разработка программы по расчету нормативных технологических потерь при передаче тепловой энергии. Шувье Е.С., Егорова Н.Е.	285
Ячеечная модель тепловлагопереноса в ограждающей конструкции с внутренним источником влаги. Елин Н.Н., Бубнов В.Б.	289
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	295
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	303

РАЗДЕЛ 1.
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ
ФИЗИКИ И ХИМИИ

УДК 699.058

**БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ ПРОДУКТОВ
ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

А. А. Баранец, Г. А. Пригорелов, Е. Т. Хамраев
ФГКВОУ ВО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени
Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко

Проведен анализ механизмов действия соединений фтора на живые системы и экспериментально обоснована возможность использования L-нитроаргинина для фармакологической нейтрализации возникающих при этом токсических эффектов.

Ключевые слова: фториды, термическое разложение, нейротоксичность, мышечные судороги, антидотные препараты, L-нитроаргинин

**BIOCHEMICAL ASPECTS OF NEUROTOXICITY OF THERMAL DECOMPOSITION
PRODUCTS OF FLUORINATING MATERIALS**

A. A. Baranetz, G. A. Prigorelov, E. T. Hamraev

Analysis of the mechanisms of action of fluoride compounds on living systems was carried out and the possibility of using L-nitroarginine for pharmacological neutralization of the toxic effects that arise was experimentally substantiated.

Keywords: fluorides, thermal decomposition, neurotoxicity, muscular convulsions, antidote preparates, L-nitroarginine

С каждым годом химическая промышленность выпускает всё большее количество наименований различных фторсодержащих веществ и материалов, используемых во всех сферах деятельности человека – от охлаждающих агентов до отделочных и конструкционных материалов. Во время чрезвычайных происшествий и пожаров это может приводить к существенному возрастанию частоты появления данных веществ и продуктов их термического разложения в числе продуктов горения. Так, например, установлено, что в дыму, образующемся в результате сгорания фторуглеродов и фторопластов, содержится фторид водорода и целый ряд других высокотоксичных фторидов [1]. В связи с этим представляется весьма вероятным появление в зонах промышленных и бытовых пожаров людей, получивших отравление фторидами, что требует заблаговременной разработки мер оказания помощи таким пострадавшим, включая создание антитоксических препаратов, предназначенных для целей профилактики и терапии подобных химических поражений.

Не случайно химики называют фтор «неукротимым зверем». Обладая в силу своих высочайших окислительных свойств уникальной реакционной способностью, этот галоген реагирует практически со всеми остальными элементами Периодической таблицы, кроме инертных газов. Аналогичным образом фтор ведет себя не только в окружающей среде, но и в живом организме, где он способен оказывать практически все органы и системы, включая и нервную

[1,2]. Нейротоксическое действие фтора особенно опасно для человеческого организма, поскольку оно сопровождается такими тяжелыми нарушениями, как мышечные судороги, а на более поздних стадиях – параличами и коматозным состоянием, приводящим к летальному исходу. Устранение нейротоксического действия фторидов является актуальной и до сих пор до конца не решенной задачей. К числу факторов, влияющих на развитие судорожного синдрома при поражении фторидами, относятся [2-4]:

1. Декальцинирующий эффект фтора, т. е. его способность осаждать кальций из биосред с образованием нерастворимого фторида кальция. Антагонизм с кальцием приводит к дефициту кальция в клетке, что может стать причиной мышечных судорог, и вызывает блокаду ферментов, работа которых требует присутствия кальция – в частности, холинэстеразы, угнетение активности которой тоже приводит к судорогам.

2. Важным фактором нейротоксичности фтора является взаимодействие с другими элементами – магнием, марганцем, железом, цинком, от которых, как и от кальция, нередко зависит работа ферментов и нейромедиаторов.

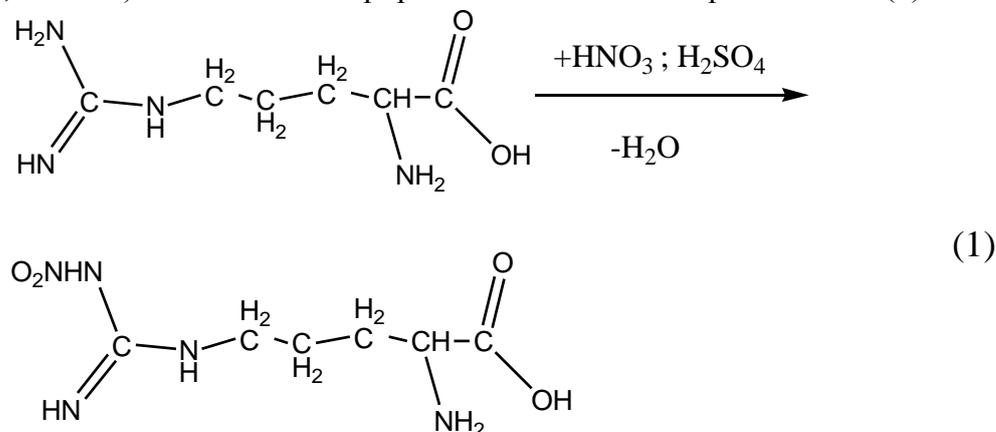
3. Еще одним фактором поражения является прооксидантное действие фтора - его способность к генерации свободных радикалов, разрушающих нейроны мозга.

4. Фториды могут генерировать в клетке образование других активных молекул – в частности, оксида азота, который нарушает функции нервных клеток и повышает их судорожную готовность (подобное происходит при эпилепсии).

Учитывая сказанное, представляется актуальным поиск веществ, нейтрализующих токсические эффекты фтора. Одним из перспективных соединений такого рода является L-нитроаргинин (L-НА), нитропроизводное естественного биохимического субстрата -аминокислоты L-аргинина. По имеющимся данным, L-НА не только регулирует кальциевый обмен, но и является ингибитором фермента NO-синтазы, который катализирует образование оксида азота в клетке [3,4]. Благодаря этому устраняется повреждающее действие оксида азота на клеточные структуры головного мозга и предотвращается развитие мышечных судорог. В связи с этим целью работы явилась экспериментальная оценка защитного действия L-нитроаргинина при остром поражении фторидами.

Материалы и методы

Объектом исследований явился L-НА, синтезированный на кафедре химии ВА РХБЗ. Соединение получили нитрованием препарата высокоочищенной аминокислоты L-аргинина (производства «Tisso», Япония) смесью концентрированных азотной и серной кислот (1):



Методика синтеза состояла в следующем. В плоскодонную колбу приливали смесь из 20,2 мл дымящей азотной кислоты и 16,06 мл концентрированной серной кислоты, охлаждали до -5°C и при перемешивании порциями добавляли 13,2 г L-аргинина. После этого приливали 7,7 мл концентрированной серной кислоты и при постоянном перемешивании выдерживали в

течение 1 часа. Жидкую массу выливали в лед, подщелачивали до рН 8-9 и оставляли на ночь. Затем подкисливали уксусной кислотой до рН 6-7 и охлаждали 3 ч. Осадок отфильтровывали, промывали этанолом и эфиром, высушивали.

Полученный L-нитроаргинин представлял собой кристаллический порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде.

Химический состав синтезированного соединения был подтвержден с помощью метода инфракрасной спектроскопии. На основании этих данных установлено, что полученный L-нитроаргинин обладает достаточно высокой спектральной чистотой, в связи с чем может быть использован для исследований биологической активности.

Учитывая сложность механизма нейротоксичности фторидов, применение L-НА в было дополнено еще одним биоактивным соединением – никотиномидом (НА), который является сильным антиоксидантом и антигипоксантом, способным нейтрализовать свободные радикалы, образующиеся в клетке при отравлении фторидами.

Исследования проводились на белых нелинейных мышах массой 20-25 г, распределенных на 4 группы: 1-я - контрольная; 2-я - подвергавшаяся воздействию модельного фторсодержащего вещества - фторида калия (KF); 3 и 4 группы - подвергшиеся воздействию KF на фоне предварительного введения L-НА, НА и их комбинации. KF вводили в дозе 40 мг/кг массы тела. Экспериментальная профилактика с помощью L-НА и НА проводилась за 30 минут до начала воздействия фторида калия путем внутримышечного введения этих препаратов в эффективных дозах (50 мг/кг массы тела). В ходе эксперимента у всех животных оценивали интенсивность судорог и смертность в группах.

Помимо общего наблюдения за биообъектами, через трое суток после начала опыта у мышей брали пробы крови, а также проводили патологоанатомическое вскрытие с отбором образцов ткани головного мозга для лабораторно-биохимического исследования, в ходе которого на спектрофотометре СФ-102 определяли следующие диагностические показатели:

- 1) активность щелочной фосфатазы в нейронах мозга (ЩФ);
- 2) активность кислой фосфатазы в нейронах мозга (КФ);
- 3) содержание креатинфосфата в клетках мышц (КФ);
- 4) содержание креатинина в сыворотке крови (КС).

Результаты и их обсуждение

Результаты токсикологических исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Время гибели и относительная доля выживших мышей на фоне введения фторида калия и антиоксидантных препаратов (n = 10)

Группы животных	Тяжесть судорог	Среднее время гибели, ч.	Количество погибших особей	Доля выживших, %
Контроль	—	—	—	—
KF	++++	1-6	10/10	0
KF + L-НА	+++	4-8	8/10	20
KF + НА	+++	7-10	9/10	10
KF + L-НА + НА	++	10-14	6/10	40

Как следует из данных табл. 1, наиболее высоким защитно-профилактическим эффектом обладает комбинация L-нитроаргинина с никотиномидом, при совместном использовании которых уровень выживаемости подопытных мышей экспериментальной группы на фоне воздействия летальных доз фторида калия составлял 40 процентов.

Результаты исследования биохимических показателей в ткани головного мозга и крови белых мышей по состоянию на третьи сутки эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2. Лабораторные показатели головного мозга и крови белых мышей после введения фторида калия и антитоксических препаратов ($M \pm m, n = 6$)

Показатели, размерность	Группы биообъектов				
	Контроль	КФ	КФ + L-НА	КФ + НА	КФ + L-НА + НА
ЩФ, мкмоль/мин·л	86±1,1	24±0,5*	45±0,8*	46±1,4*	73±1,2*
КФ, мкмоль/мин·л	69±1,7	30±0,6*	66±1,7	52±0,8*	67±0,9
КФ, мкмоль/мин·л	30±1,5	16±1,1*	28±1,6	19±0,8*	29±1,0
КС, ммоль/л	1,2±0,1	13±0,1*	6,1±0,2*	3,7±0,09*	1,5±0,08
Примечание: *Отличия от контроля достоверны при $p \leq 0,05$					

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что при поражении фторидом калия наблюдается глубокое снижение всех клеточных показателей, кроме содержания креатинина в сыворотке крови, который, напротив, изменялся в сторону резкого повышения, поскольку этот метаболит, как известно, в особенно больших количествах выходит из мышечной ткани в кровь в процессе развития судорожного синдрома. В то же время на фоне предварительного введения нитроаргинина наблюдались значительно меньшие различия исследуемых показателей по сравнению с группой контроля. Это свидетельствует о том, что L-нитроаргинин является эффективным противосудорожным средством.

Особо следует подчеркнуть, что защитно-профилактическое действие исследуемого препарата L-нитроаргинина еще более усиливалось при его совместном применении с никотинамидом, о чем наглядно свидетельствуют величины биохимических показателей в последней вертикальной колонке табл. 2, которые оказались максимально приближенными к значениям величин физиологической нормы.

Заключение

1. Проведен анализ механизмов нейротоксического действия фторидов и обоснована возможность использования производных аминокислот как средств его нейтрализации.
2. Выполнен синтез L-нитроаргинина и исследована его биологическая активность.
3. Экспериментально установлено наличие у L-нитроаргинина выраженного противосудорожного действия, который усиливается в сочетании с никотинамидом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общие механизмы токсического действия / Под ред. С.Н. Голикова, Л.А. Тиунова. - СПб: Медицина: 2005. - 280 с.
2. Башарин, В.А. Токсикология фторидов / Токсичные компоненты пожаров. - Маркизова, Н.Ф., Преображенская, Т.Н., Башарин В.А. - СПб: Фолиант, 2008. - С. 147.
3. Mesenge C. Reduction of the neurological deficit in mice with traumatic brain injury by nitric oxide synthase inhibitors // J Neurotrauma. - 1996. - Vol. 13, № 1. - P. 11-16.
4. Moncada S. Biosynthesis of nitric oxide from L-arginine: a pathway for the regulation of cell function and communication // Biochem. Pharmacol. - 1999. - Vol. 38. - P. 1709.

УДК 502.36, 544.723.3, 628.31

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДИАТОМИТА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ, В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ

Г. И. Гусев, А. А. Гушин, А. А. Солодухин, Ю. М. Лысенкова
ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

Работа посвящена изучению процессов, протекающих при обработке сорбента диатомита, загрязненного нефтепродуктами (НП), в плазме диэлектрического барьерного разряда. В ходе экспериментов было установлено, что при обработке загрязненного нефтепродуктами сорбента в плазмохимическом реакторе, происходит восстановление его исходных свойств, за счет протекания процессов деструкции загрязнителя с эффективностями не менее 95 %, причем одним из основных конечных продуктов, образующихся в результате плазмохимического разложения НП, является диоксид углерода, выход которого составляет не менее 90 %, что говорит о полноте протекающих процессов окисления органических соединений. В качестве продуктов были обнаружены альдегиды и карбоновые кислоты, которые в ходе дальнейшей обработки полностью разлагаются до CO_2 и H_2O . Таким образом, можно сделать вывод, что регенерация загрязненных сорбентов в ДБР позволяет не только эффективно восстанавливать исходные характеристики сорбентов, но и решает проблему вторичного загрязнения окружающей среды, которое происходит при десорбции загрязняющих веществ с сорбентов в традиционных технологиях, за счет деструкции НП до не токсичных для окружающей среды соединений.

Ключевые слова: нефтепродукты, природные сорбенты, диэлектрический барьерный разряд, плазма

RECOVERY OF DIATOMITE USED FOR WASTEWATER TREATMENT FROM OIL PRODUCTS IN DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE

G. I. Gusev, A. A. Gushchin, A. A. Solodukhin, Yu. M. Lysenkova

The work is devoted to the study of the processes occurring during processing of diatomite sorbent contaminated with oil products (OP) in the plasma of a dielectric barrier discharge. In the course of the experiments, it was found that when treating the oil-contaminated sorbent in the plasma chemical reactor, its original properties are restored, due to the course of the pollutant destruction processes with efficiencies of not less than 95%, one of the main end products formed as a result of plasma-chemical decomposition of OP carbon dioxide, the yield of which is not less than 90%, which indicates the completeness of the ongoing oxidation of organic compounds. As products, aldehydes and carboxylic acids have been found which, during further processing, completely decompose to CO_2 and H_2O . Thus, it can be concluded that the regeneration of contaminated sorbents in DBD allows not only to efficiently restore the initial characteristics of sorbents, but also solves the problem of secondary pollution of the environment that occurs when desorption of pollutants from sorbents in traditional technologies, due to the destruction of OP to non-toxic for environmental connections.

Keywords: oil products, natural sorbents, dielectric barrier discharge, plasma

К глобальным проблемам современности относится загрязнение окружающей среды, в том числе поверхностных и подземных вод, обусловленное сбросом в природные водоемы неочищенных или недостаточно очищенных бытовых, промышленных, ливневых и талых сточных вод. Существенный вклад в загрязнение поверхностных вод вносят предприятия нефтекомплекса, а также транспорт, прежде всего автомобильный, с которыми связано поступление в окружающую среду нефтепродуктов [1].

Одним из способов снижения уровня загрязнения природных вод является сорбционная

очистка. Одним из возможных методов модификации поверхностных свойств сорбентов является диэлектрический барьерный разряд (ДБР) [2-4]. Однако воздействие диэлектрического барьерного разряда на сорбенты является новой и малоизученной областью, поэтому изучение процессов, протекающих при обработке сорбентов, загрязненных поллютантами различной природы, в ДБР является весьма актуальной и важной задачей.

Основными целями данной работы являлось изучение кинетических закономерностей процессов разложения нефтепродуктов в совмещенных плазменно-сорбционных процессах. В ходе работы, также была оценена сорбционная ёмкость сорбента (диатомита) по нефтепродуктам до и после загрязнения, а также после обработки в диэлектрическом барьерном разряде и определены основные продукты деструкции нефтепродуктов под воздействием на загрязненный сорбент ДБР.

Для обработки сорбентов использовалась установка, основным элементом которой служил реактор с коаксиальным расположением электродов, в котором возбуждался диэлектрический барьерный разряд (ДБР). Подробное описание реактора представлено в работе [5].

Барьерный разряд возбуждался от высоковольтного трансформатора, величина приложенного к электродам напряжения изменялась от 6 до 15 кВ (с возможностью варьирования частоты переменного тока в диапазоне 0,5-2,0 кГц).

Модельный раствор нефтепродуктов готовится смешиванием моторного масла с дистиллированной водой. В работе использовалось минеральное всесезонное универсальное масло для среднефорсированных бензиновых двигателей и дизелей М-8В.

Изучение поверхности сорбента осуществлялось с помощью сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA3 SBH.

Изучение сорбционных свойств диатомита было основано на пропускании 100 мл модельного раствора нефтепродуктов. Сорбционные процессы изучали в динамическом режиме, который позволяет оценивать относительную скорость сорбционных процессов. После пропускания модельного раствора нефтепродуктов, сорбент подвергался обработке в диэлектрическом барьерном разряде.

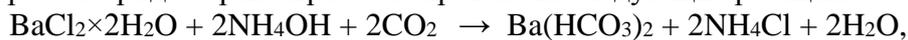
Концентрация нефтепродуктов до и после обработки в ДБР определялась флуориметрическим методом, основанном на экстракции НП из пробы малополярным растворителем (гексан) и измерением интенсивности флуоресценции экстракта на спектрофлуориметре «Флюорат-02» [6].

Сорбционная ёмкость сорбента рассчитывалась по формуле [7]:

$$J_i = \frac{V_0 \cdot (C_{0,i} - C_i)}{m}, \text{ мг/г}, \quad (1)$$

где J_i – сорбционная ёмкость, мг/г, V_0 – объём пробы модельного раствора НП, пропущенный через сорбент, л; C_0 и C – начальная и конечная концентрации НП соответственно, мг/л; m – масса образца сорбента, г.

Методика оценки концентрации CO_2 в газовой фазе основана на превращении карбоната бария в растворимый хлорид после поглощения диоксида углерода холодным аммиачным раствором хлорида бария. При этом протекали следующие реакции:



Образовавшийся карбонат бария титровали соляной кислотой. Концентрацию CO_2 рассчитывали по объёмному расходу газа (q), времени его пропускания через раствор (t) и количеству связанного оксида (m):

$$C = \frac{1000 \cdot m}{q \cdot t}, \quad (2)$$

Суммарная погрешность определения концентрации CO_2 составляла до 20 % [8].

Концентрация альдегидов измерялась флюориметрическим методом. Люминесцирующим соединением в этом случае является продукт взаимодействия альдегидов с 1.3-циклогександионом в присутствии ионов аммония. Погрешность измерений не превышала 25 % [9].

Концентрацию карбоновых кислот определяли фотометрическим методом. Метод основан на измерении поглощения на длине волны 400 нм окрашенного продукта, который образуется при реакции данных соединений с мета-ванадатом аммония. Погрешность метода составляла не более 10 % [10].

При определении CO_2 обработку диатомита, содержащего НП, проводили в непрерывном режиме, отбирая пробы газовой фазы, по мере разложения НП концентрация CO_2 в газовой фазе уменьшалась. При измерении концентраций альдегидов и кислот диатомит с НП обрабатывали определенный промежуток времени, а затем проводили анализ искомым соединений. Потом в реактор загружали новый образец диатомита с НП и обрабатывали при большем времени, а затем снова проводился анализ.

Концентрация озона определялась спектрометрическим методом с использованием спектрофотометра ПЭ 5400 УФ, на длине волны $\lambda = 254$ нм.

На (рис. 1) представлены изображения поверхности диатомита марки СМД Сорб, полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа. Изучаемые образцы диатомита состояли из практически неповрежденных окаменелых останков диатомовых водорослей, относящихся к типу твердых водорослей. Поверхность образцов имеет сложную упорядоченную структуру, характерную для кизельгуровых пород, с множеством макропор со средним диаметром от 0,1 до 1,5 микрон.

Результаты электродисперсионной рентгеновской спектроскопии показали, что в состав исследуемого сорбента входят следующие основные соединения (рис. 2): SiO_2 – 76-88 %, Al_2O_3 – 3,5-9,75 %, а также присутствуют CaO (0,45-0,85 %) и MgO (0,61-1,71 %), на остальные компоненты приходится меньше 0,1 %.

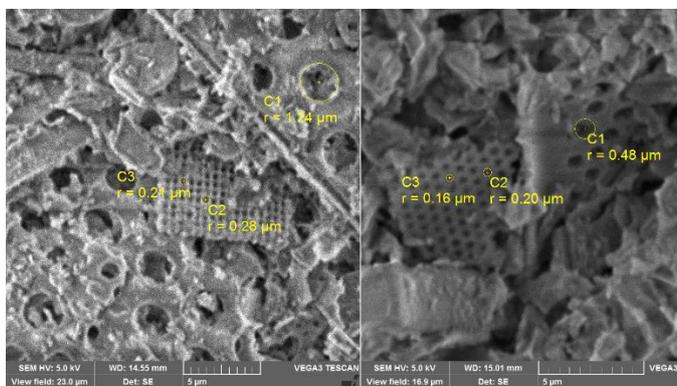


Рис. 1. SEM-анализ поверхности диатомита

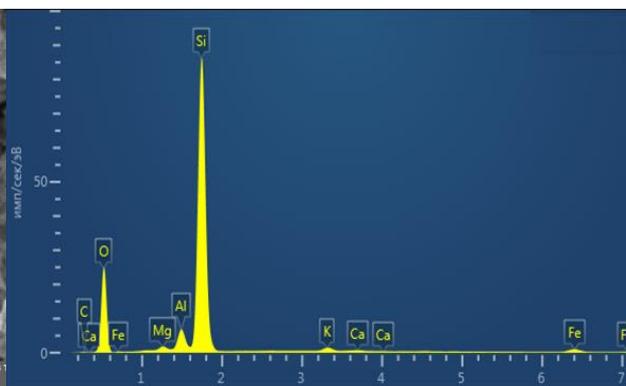


Рис. 2. Элементный состав диатомита

Предварительные эксперименты показали, что при увеличении удельной мощности, вкладываемой в разряд, в 6 раз (с 1.2 до 7.2 Вт/см³) сорбционная емкость существенно не меняется и достигает величины 4.8 мг/г, то есть возрастает по сравнению с исходным значением (2.6 мг/г) в 1.8 раза. С изменением частоты от 500 до 2000 Гц сорбционная емкость сначала незначительно растет (до 800 Гц), и далее практически не меняется, поэтому все дальнейшие эксперименты проводились при удельной мощности 1.2 Вт/см³ и частоте 800 Гц, масса обрабатываемого сорбента составляла 2 г, количество НП на диатомите 2.63 мг/г, а объемный расход O_2 (где это не указано) был равен 0.5 л/мин.

При изменении массы диатомита, находящегося в разрядной зоне, в 7 раз степень разложения уменьшается от 100 % до 85 %, что, вероятно, связано с уменьшением объема газо-

вого промежутка, в котором и образуется основная масса активных частиц. Последние, достигая поверхности сорбента, и вызывают деструкцию НП.

Кинетика разложения НП в ДБР приведена на (рис. 3), из которого следует, что процесс деструкции достаточно хорошо описывается кинетическим уравнением первого порядка. Эффективная константа скорости разложения НП равна 0.017 с^{-1} , скорость – $0.044 \text{ мг}/(\text{г}\cdot\text{с})$, энергетические затраты на разложение НП – $0.14 \text{ мол}/100 \text{ эВ}$.

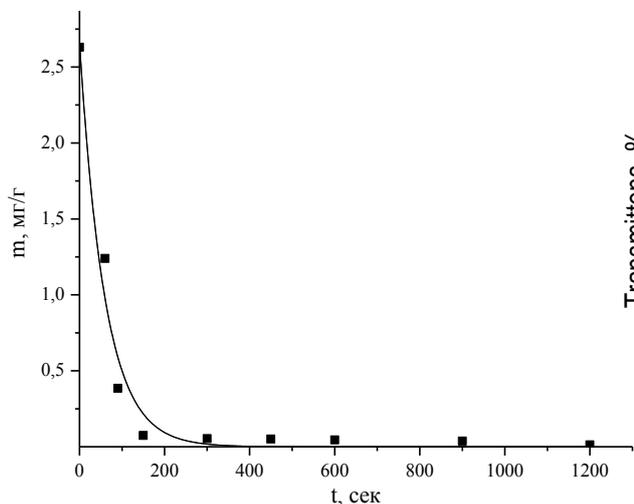


Рис. 3. Кинетика разложения сорбированных на диатомите НП в ДБР

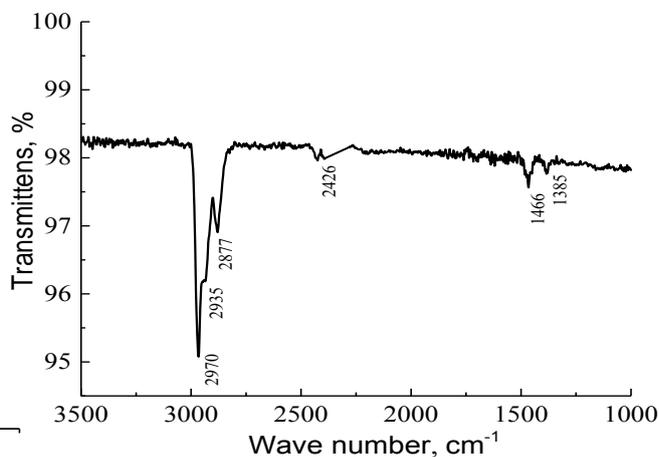


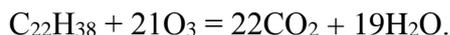
Рис. 4. Инфракрасный спектр исследуемых НП

Инфракрасная спектроскопия (рис. 4) позволила установить, что каких-либо полос поглощения, кроме валентных колебаний CH , CH_2 , CH_3 , в спектрах не наблюдается, возможно присутствие эфирных групп, но в очень малых количествах. Поскольку в НП доминируют линейные углеводороды, то в составе продуктов деструкции должны присутствовать традиционные продукты, а именно карбоновые кислоты, альдегиды и CO_2 (CO). Данный факт был подтверждён экспериментально – в качестве основных продуктов разложения НП в ДБР оказываются альдегиды, карбоновые кислоты и CO_2 . Монооксид углерода в пределах чувствительности метода определения не обнаруживается.

Конечным продуктом любого процесса окислительной деструкции органических соединений является диоксид углерода. Поэтому оценка концентрации CO_2 на выходе из реактора позволяет судить о полноте протекающих процессов разложения НП в ДБР. Максимальная концентрация CO_2 на выходе из реактора наблюдается в начальный момент времени, когда в системе присутствует максимальное количество НП. Нельзя исключить диффузионные ограничения скорости разложения НП, так как в начальный момент времени процессы деструкции могут протекать в поверхностном слое сорбента, а далее лимитирующей стадией может быть диффузия активных частиц в глубокие слои. После 35 минуты обработки концентрация CO_2 становится равной 0, что может свидетельствовать о прекращении протекания деструктивных процессов, что является следствием разложения как НП, так и промежуточных продуктов их деструкции (альдегидов и кислот). Аналогичный ход кривой, описывающей содержание CO_2 на выходе из реактора, был получен в работе [11], где деструкция протекала в тлеющем разряде, и авторы связали такой ход кинетической кривой с проходящими на адсорбенте адсорбционно/десорбционные процессами.

Полученные данные позволяют оценить суммарное количества CO_2 на выходе из реактора за все время обработки НП в ДБР, которое составило 15,8 мг. Учитывая, что масса нефтепродуктов на сорбенте составляет 5,26 мг, (2.63 мг/г) из которых на углерод приходится 4,6 мг, то в CO_2 переходит 93,7 %, присутствующего в системе углерода.

Для полного окисления 1 моля НП требуется 21 моль O_3 :



Максимальный расход озона на окисление НП в ДБР составил $7.5 \cdot 10^{16}$ мол/см³ или при расходе О₂ равном 0.2 л/мин (время обработки НП составляло 5 мин) 120 мкмоль. При средней молекулярной массе НП равной 302 а.е., содержание НП в системе было равно 17 мкмоль, то есть на полное окисление НП требуется 357 мкмоль О₃. Следовательно, озона на полное окисление явно недостаточно, поэтому в окислительных процессах должны участвовать другие активные частицы, образующиеся в разрядной зоне.

Таким образом, можно сделать вывод, что регенерация сорбентов в ДБР позволяет не только эффективно восстанавливать исходные характеристики сорбентов, но и решает проблему вторичного загрязнения окружающей среды, за счет образования менее токсичных продуктов, по сравнению с исходными НП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году». // М.: Центр международных проектов.- 2013.
2. Gusev G.I., Gushchin A.A., Grinevich V.I., Osti A.A., Izvekova T.V., Kvitkova E.Yu. Regeneration of natural sorbents contaminated with oil products in dielectric barrier discharge plasma. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* 2017. V. 60. N 6. P. 72–76.
3. Гушин А.А., Любимов В.А., Гусев Г.И. Оценка возможности использования диэлектрического барьерного разряда для восстановления сорбентов. Наука и инновации в технических университетах. Материалы Восьмого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. 2014. С. 98-99.
4. Гусев Г.И., Курачева Н.М., Гушин А.А., Извекова Т.В. Восстановление сорбционной активности диатомита марки СМД, загрязненного нефтепродуктами с использованием диэлектрического барьерного разряда. Пожарная и аварийная безопасность Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию МЧС России. Под общей редакцией И.А. Малого. 2015. С. 203-208.
5. Гусев Г.И. Гушин А.А., Демьяновская А.В. Определение продуктов деструкции при обработке сорбента диатомита в ДБР. Наука и инновации в технических университетах. Материалы II Межвузовской научно-практической конференции. Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. 2017. С. 62-66.
6. Методические указания по измерению массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевой воды и воды поверхностных и подземных источников водопользования (ПНД Ф 14.1:2:4.129-98).
7. Lu, Na Application of Double-Dielectric Barrier Discharge Plasma for Removal of Pentachlorophenol from Wastewater Coupling with Activated Carbon Adsorption and Simultaneous Regeneration / Na Lu, Jie Li, and others // *Plasma Chemistry and Plasma Processing.* – 2012. – V. 32. - №1. - P. 109 – 121
8. Гиллебранд В. Ф. Практическое руководство по неорганическому анализу / В. Ф. Гиллебранд – М.: Химия, 1957. – 1016.
9. ГОСТ Р 55227-2012 Вода. Методы определения содержания формальдегида.
10. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. // М.: Химия, 1984. – С. 448(36).
11. Klett C., Duten X., Tieng S., Touchard S., Jestin P., Hassouni K. Vega-González. Acetaldehyde removal using an atmospheric non-thermal plasma combined with a packed bed: Role of the adsorption process. *Journal of Hazardous Materials.* V. 279, 2014, P. 356-364.

УДК 537.525

ГАЗОФАЗНЫЕ И ГЕТЕРОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПЛАЗМЕ ФТОРУГЛЕРОДНЫХ ГАЗОВ

А. М. Ефремов^{1,2}, Д. Б. Мурин², С. В. Беляев¹, Д. Г. Снегирев¹

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

²ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

Проведено исследование кинетики и механизмов газофазных и гетерогенных плазмохимических процессов в плазме фторуглеродных газов на примере смеси $\text{CF}_4 + \text{C}_4\text{F}_8 + \text{Ar}$. Получены экспериментальные и расчетные данные по электрофизическим параметрам и стационарному составу плазмы. Установлено, что варьирование соотношения $\text{CF}_4/\text{C}_4\text{F}_8$ является эффективным инструментом регулирования баланса скоростей травления и высаживания фторуглеродной полимерной пленки на обрабатываемой поверхности.

Ключевые слова: плазма, моделирование, параметры, кинетика, травление, полимеризация

GAS-PHASE AND HETEROGENEOUS PROCESSES IN FLUOROCARBON GAS PLASMAS

A. M. Efremov, D. B. Murin, S. V. Belyaev, D. G. Snegirev

The study of kinetics and mechanisms for both gas-phase and heterogeneous plasma chemical processes in fluorocarbon gas plasmas using the example of $\text{CF}_4 + \text{C}_4\text{F}_8 + \text{Ar}$ gas mixture was carried out. The experimental and model-predicted data on plasma parameters and steady-state plasma composition were obtained. It was found that the $\text{CF}_4/\text{C}_4\text{F}_8$ mixing ratio represents an effective tool to adjust the balance between the etching and fluorocarbon polymer deposition rates on the treated surface.

Keywords: plasma, modeling, parameters, kinetics, etching, polymerization

Плазма фторуглеродных (C_xF_y) газов нашла широкое применение в различных областях техники и технологии, в частности - в технологии микро- и нанoeлектроники [1–3]. Область и широта использования каждого конкретного фторуглеродного газа зависят от соотношения F/C в исходной молекуле, определяющего баланс между процессами травления (газификации атомов обрабатываемой поверхности за счет их взаимодействия с атомами фтора с образованием летучих фторидов) и высаживания фторуглеродной полимерной пленки [2, 3]. Последний процесс получил название поверхностной полимеризации. В частности, максимальная величина F/C для тетрафторметана (CF_4) обеспечивает доминирование травления над поверхностной полимеризацией в широком диапазоне внешних параметров плазмы. Поэтому именно CF_4 выступает в качестве основного активного компонента плазмообразующих смесей, используемых для травления (очистки или структурирования) поверхностей различных материалов. Отметим, что в процессах структурирования (размерного травления) поверхностная полимеризация может играть положительную роль за счет маскирования фторуглеродным полимером боковых стенок формируемого рельефа. Напротив, газы с низким F/C (C_2F_4 , C_3F_6 и C_4F_8) находят применение в процессах, результатом которых является образование стабильного фторуглеродного покрытия на поверхности, контактирующей с плазмой. Известно, что такие покрытия обладают хорошими прочностными, изолирующими и гидрофобными свойствами [3].

В то же время, травление является неотъемлемой частью таких процессов, так как обеспечивает очистку обрабатываемой поверхности от загрязнений и активизирует рост полимерной пленки. Таким образом, каждое из рассмотренных применений плазмы фторуглеродных газов требует оптимальной комбинации скоростей травления и полимеризации.

По нашему мнению, оптимальная комбинация скоростей процессов травления и полимеризации может быть достигнута при использовании плазмообразующих смесей с двумя фторуглеродными компонентами, различающимися по параметру F/C, например $\text{CF}_4 + \text{C}_4\text{F}_8$. Очевидно, что соотношение концентраций $\text{CF}_4/\text{C}_4\text{F}_8$ при постоянных внешних параметрах процесса (давление газа, вкладываемая мощность) будет являться эффективным инструментом регулирования стационарных параметров и состава плазмы, которые определяют плотности потоков атомов фтора и полимеробразующих радикалов. К сожалению, имеющиеся на настоящий момент времени исследования плазменных систем на основе CF_4 и C_4F_8 не обеспечивают корректного понимания механизмов плазмохимических процессов при комбинировании этих газов в рамках одной смеси. Причина здесь заключается в том, что эффект смешения в значительной степени определяется как изменением электрофизических параметров плазмы, так и появлением дополнительных каналов гомо- и гетерогенного взаимодействия продуктов диссоциации исходных газов. Таким образом, задача исследования закономерностей физико-химических процессов, формирующих стационарные параметры и состав плазмы в смеси $\text{CF}_4 + \text{C}_4\text{F}_8$, представляет несомненный интерес как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Целью настоящей работы являлось: 1) исследование влияния соотношения концентраций $\text{CF}_4/\text{C}_4\text{F}_8$ в смеси $\text{CF}_4 + \text{C}_4\text{F}_8 + \text{Ar}$ на электрофизические параметры плазмы и кинетику активных частиц, обуславливающих основные эффекты гетерогенного взаимодействия в рассматриваемой системе; и 2) установление взаимосвязей между газофазными и гетерогенными характеристиками процесса травления, определяющих влияние начального состава смеси на кинетику травления и поверхностной полимеризации.

Эксперименты проводились в реакторе индукционно-связанной плазмы планарного типа [4, 5]. В качестве постоянных внешних параметров плазмы выступали вкладываемая мощность ($W = 800$ Вт), мощность смещения ($W_{dc} = 150$ Вт), а также давление ($p = 4$ мтор) и объемный расход ($q = 40$ станд. см³/мин) плазмообразующего газа. Начальный состав смеси $\text{CF}_4 + \text{C}_4\text{F}_8 + \text{Ar}$ задавался варьированием парциальных расходов фторуглеродных компонентов при неизменном значении $q_{\text{Ar}} = 20$ станд. см³/мин. В частности, доля Ar в смеси всегда составляла 50%, при этом изменение $q_{\text{C}_4\text{F}_8}$ в диапазоне 0–20 станд. см³/мин обеспечивало полное замещение CF_4 на C_4F_8 . Это соответствовало переходу от системы 50% $\text{CF}_4 + 50\%$ Ar к системе 50% $\text{C}_4\text{F}_8 + 50\%$ Ar.

Диагностика плазмы проводилась методом двойного зонда Лангмюра DLP2000 (Plasmat Inc., Korea). Обработка зондовых ВАХ для получения данных по температуре электронов (T_e), плотности ионного тока (J_+) и суммарной концентрации положительных ионов (n_+) базировалась на положениях теории двойного зонда [6] с использованием максвелловского приближения для функции распределения электронов по энергиям (ФРЭЭ). Величина отрицательного смещения на нижнем электроде $-U_{dc}$ измерялась высоковольтным зондом AMN-CTR (Youngsin Eng, Korea). Эксперименты показали, что варьирование W_{dc} в пределах 0–200 Вт не оказывает влияния на вид зондовых ВАХ и, следовательно, на параметры газовой фазы разряда.

Для получения данных по стационарным концентрациям активных частиц и плотностям их потоков на обрабатываемую поверхность использовалась глобальная (0-мерная) модель с привлечением в качестве входных параметров экспериментальных данных по T_e и n_+ [4]. Кинетическая схема (набор реакций и их кинетических характеристик) была заимствована из наших работ [4, 5]. Плотности потоков нейтральных частиц на поверхность, контактирующую с плазмой, определялись как $\Gamma \approx 0.25nv_T$, где n – концентрация частиц в газовой фазе. Плотность потока положительных ионов оценивалась по соотношению $\Gamma_+ \approx J_+/e$.

По результатам зондовой диагностики плазмы было найдено, что увеличение доли C_4F_8 в смеси $\text{CF}_4 + \text{C}_4\text{F}_8 + 50\%$ Ar в диапазоне 0–50% (фактически - полное замещение CF_4 на C_4F_8)

сопровождается заметным ростом температуры электронов ($T_e = 3.5\text{--}4.3$ эВ) и плотности ионного тока ($J_+ = 0.7\text{--}1.2$ мА/см²), которому соответствует $n_+ \approx n_e = 2.9 \times 10^{10}\text{--}4.0 \times 10^{10}$ см⁻³ (рис. 1а). Увеличение T_e обусловлено снижением суммарных потерь энергии электронов на возбуждение колебательных и электронных состояний нейтральных частиц, доминирующими среди которых по мере увеличения доли C₄F₈ становятся менее насыщенные радикалы. Соответственно, причиной увеличения n_+ и n_e может быть сочетание таких факторов, как 1) рост эффективных частот ионизации нейтральных частиц (из-за роста констант скоростей ионизации, которые в силу высоких пороговых энергий процесса следуют поведению T_e); и 2) снижение скоростей гибели электронов и положительных ионов в процессах диссоциативного прилипания и ион-ионной рекомбинации (из-за меньшей электроотрицательности плазмы C₄F₈ по сравнению с плазмой CF₄ в аналогичном диапазоне условий [9, 19]).

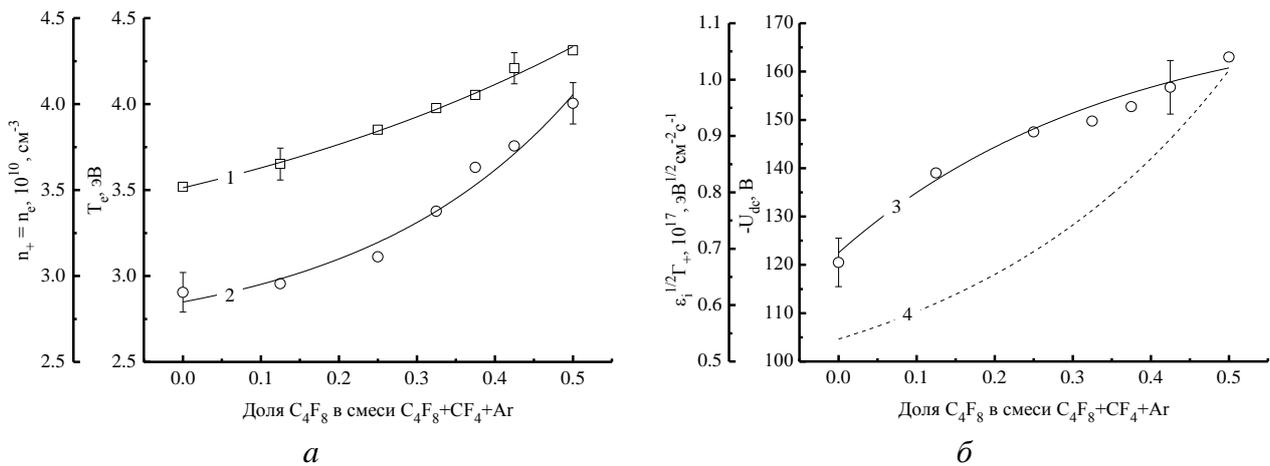


Рис. 1. Измеренные (1, 2, 3) и расчетные (4) параметры плазмы в смеси CF₄ + C₄F₈ + 50% Ar: 1 – температура электронов; 2 – концентрации электронов и положительных ионов; 3 – отрицательное смещение на подложкодержателе; 4 – параметр $\sqrt{\epsilon_i} \Gamma_+$, характеризующий эффективность деструкции полимерной пленки ионной бомбардировкой.

Расчеты показали, что при отсутствии C₄F₈ в плазмообразующей смеси доминирующими фторуглеродными компонентами плазмы являются CF₄ и CF₃. Диссоциация этих частиц по механизмам R1, R2 и R3 является основным источником атомов фтора, который обеспечивает ~ 85% общей скорости их образования. Совокупный вклад со стороны CF₂ и CF через R4 и R5 не превышает 5% из-за низких концентраций этих радикалов ($n_{CF_4}/n_{CF_2} \sim 100$ и $n_{CF_4}/n_{CF_2} \sim 1000$), обусловленных как ступенчатым механизмом их образования из исходных молекул CF₄, так и высокими вероятностями гетерогенной гибели. Остальные 10% общей скорости генерации атомов фтора обеспечиваются реакцией R6, высокая скорость которой поддерживается гетерогенной рекомбинацией $F \rightarrow F_2$. Соответственно, именно скорость гетерогенной рекомбинации составляет ~ 90% общей скорости гибели F, в то время как вклад самого эффективного объемного процесса R7 не превышает 10%.



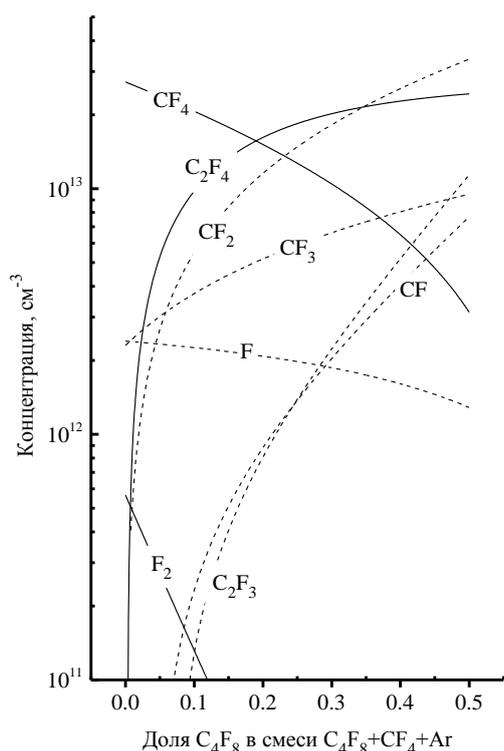


Рис. 2. Зависимости концентраций нейтральных частиц от начального состава смеси $\text{CF}_4 + \text{C}_4\text{F}_8 + 50\% \text{ Ar}$.

Данные рис. 2 показывают, что замещение CF_4 на C_4F_8 в смеси $\text{CF}_4 + \text{C}_4\text{F}_8 + 50\% \text{ Ar}$ приводит к резкому увеличению концентраций C_2F_4 ($n_{\text{C}_2\text{F}_4} = 6.9 \times 10^{10} - 2.3 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$, или в ~ 330 раз при 0–50% C_4F_8) и CF_2 ($n_{\text{CF}_2} = 3.4 \times 10^{11} - 3.3 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$, или в ~ 100 раз при 0–50% C_4F_8). Причиной этого является то, что C_2F_4 напрямую образуется из C_4F_8 в реакции R8, а CF_2 является основным продуктом диссоциации C_2F_4 по механизму R9. Несмотря на снижение скоростей R1 и R2 ($3.4 \times 10^{14} - 1.8 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}\text{с}^{-1}$ суммарно при 0–50% C_4F_8) из-за уменьшения доли CF_4 в исходной смеси, концентрация радикалов CF_3 не уменьшается, а возрастает в диапазоне $2.4 \times 10^{12} - 9.2 \times 10^{12} \text{ см}^{-3}$, или в ~ 4 раза. Данный факт обусловлен ростом скоростей рекомбинации $\text{CF}_2 \rightarrow \text{CF}_3$ как в объеме плазмы, так и на стенках реактора. В результате, вклад R1 и R2 в общую скорость генерации атомов F снижается, при этом в диапазоне 20–50% C_4F_8 доминирующими каналами образования атомов F становятся процессы R3 и R4. Выполнение условия $k_3, k_4 > (k_1 + k_2)$ и рост n_e ожидаемо обеспечивают увеличение скорости генерации атомов фтора ($4.5 \times 10^{14} - 3.0 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}\text{с}^{-1}$, или в ~ 7 раз при 0–50% C_4F_8), но не приводят к росту концентрации этих частиц ($n_F = 2.4 \times 10^{12} - 1.3 \times 10^{12} \text{ см}^{-3}$ при 0–50% C_4F_8). Такая ситуация является следствием еще более резкого увеличения эффективной частоты гибели атомов фтора в процессах объемной и гетерогенной рекомбинации по механизмам $\text{CF}_x + \text{F} \rightarrow \text{CF}_{x+1}$, а также в реакциях R10 и R11 с участием продуктов диссоциации C_4F_8 . Таким образом, полное замещение CF_4 на C_4F_8 сопровождается монотонным снижением концентрации атомов фтора в ~ 2 раза. Аналогичное поведение имеет место и для плотности потока атомов фтора ($\Gamma_F = 5.0 \times 10^{16} - 2.8 \times 10^{16} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$ при 0–50% C_4F_8), что фактически означает пропорциональное уменьшение эффективности травления.



Рассмотрим теперь как влияет соотношение $\text{CF}_4/\text{C}_4\text{F}_8$ на кинетику поверхностной полимеризации и толщину полимерного покрытия. Результаты предшествующих исследований кинетики плазменной полимеризации во фторуглеродных системах [1, 7, 8] могут быть обобщены в виде следующих положений:

- 1) Основными полимеробразующими частицами плазмы являются фторуглеродные радикалы, имеющие более одной свободной связи (в нашем случае – CF_2 и CF);
- 2) Полимеризации способствуют низкие концентрации атомов фтора, обеспечивающие высокую долю ненасыщенных радикалов на контактирующей с плазмой поверхности пленки;

3) Основным механизмом деструкции полимера на границе «пленка-плазма» в отсутствии кислорода в газовой фазе является ионная бомбардировка. Количественной характеристикой последнего фактора является параметр $Y_S \Gamma_+$, где Y_S – выход распыления. Величина Y_S , в свою очередь, определяется импульсом, передаваемым от падающего иона поверхностному атому в ходе единичного столкновения [1, 4]. Поэтому при постоянной температуре поверхности можно полагать, что $Y_S \sim \sqrt{\varepsilon_i}$, где $\varepsilon_i = e| -U_f - U_{dc} |$ – энергия бомбардирующих ионов, $-U_f \approx 0.5T_e \ln(m_e/2.3m_i)$ – плавающий потенциал, $-U_{dc}$ – отрицательное смещение на подложкодержателе при $W_{dc} = \text{const}$.

Все это позволяет предположить, что скорость роста пленки на ее внешней границе (фактически – скорость осаждения полимера) $R_{pol} \sim \Gamma_{pol}/\Gamma_F$, при этом количество осажденного полимера (фактически – толщина покрытия) характеризуется параметром $\Gamma_{pol}/(\sqrt{\varepsilon_i}\Gamma_+\Gamma_F)$, где $\Gamma_{pol} = \Gamma_{CF_2} + \Gamma_{CF}$ – суммарная плотность потока полимеробразующих радикалов. Расчеты показали, что с ростом доли C_4F_8 в плазмообразующей смеси величина Γ_{pol} следует изменению суммарной концентрации $n_{CF_2} + n_{CF}$ (рис. 2) и возрастает более чем в 100 раз. В сочетании со снижением Γ_F , это обеспечивает еще более резкий рост скорости поверхностной полимеризации ($\Gamma_{pol}/\Gamma_F = 0.1\text{--}22.1$ при 0–50% C_4F_8). Плотность потока положительных ионов также монотонно увеличиваются с ростом доли C_4F_8 в плазмообразующей смеси ($4.6 \times 10^{15} \text{--} 7.3 \times 10^{15} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$ при 0–50% C_4F_8). Аналогичным образом изменяется и $-U_{dc}$ (121–165 В при 0–50% C_4F_8), что обеспечивает $\varepsilon_i = 141\text{--}190$ эВ и $\sqrt{\varepsilon_i}\Gamma_+ = 5.4 \times 10^{16}\text{--}1.0 \times 10^{17} \text{ эВ}^{1/2}\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$ (рис. 1(б)). Очевидно, что слабый рост скорости деструкции полимера не компенсирует значительного увеличения скорости полимеризации. Как следствие, имеет место существенное увеличение параметра $\Gamma_{pol}/(\sqrt{\varepsilon_i}\Gamma_+\Gamma_F)$, величина которого изменяется в диапазоне $1.8 \times 10^{18}\text{--}2.2 \times 10^{16} \text{ эВ}^{-1/2}\text{см}^2\text{с}^{-1}$ при 0–50% C_4F_8 . Таким образом, увеличение доли C_4F_8 в смеси $CF_4 + C_4F_8 + 50\% \text{ Ar}$ сопровождается резким ростом скорости поверхностной полимеризации и толщины полимерного покрытия.

На основании вышесказанного можно заключить, что варьирование соотношения CF_4/C_4F_8 является эффективным инструментом регулирования баланса скоростей травления и высаживания фторуглеродной полимерной пленки на обрабатываемой поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lieberman M. A., Lichtenberg A. J. Principles of plasma discharges and materials processing. New York: John Wiley & Sons Inc., 1994. 552 p.
2. Rossnagel S. M., Cuomo J. J., Westwood W. D. Handbook of plasma processing technology. New Jersey: Noyes Publications, 1990. 456 p.
3. Rooth J. R. Industrial plasma engineering. Philadelphia: IOP Publishing LTD, 1995. 643 p.
4. A comparative study of $CF_4/O_2/Ar$ and $C_4F_8/O_2/Ar$ plasmas for dry etching applications. Chun I., Efremov A., Yeom G. Y., Kwon K.-H., Thin Solid Films. 2015. V. 579. P. 136-143.
5. Silicon surface modification using $C_4F_8+O_2$ plasma for nano-imprint lithography. Lee J., Efremov A., Lee J., Yeom G. Y., Kwon K.-H., J. Nanosci. Nanotech. 2015. V.15. P. 8749-8755.
6. A floating double probe method for measurements in gas discharges. Johnson E. O., Malter L., Phys. Rev. 1950. V. 80. P. 58-70.
7. Role of fluorocarbon film formation in the etching of silicon, silicon dioxide, silicon nitride, and amorphous hydrogenated silicon carbide. Standaert T. E. F. M., Hedlund C., Joseph E. A., Oehrlein G. S., J. Vac. Sci. Technol. A. 2004. V.22. P. 53-60.
8. Relationship of etch reaction and reactive species flux in $C_4F_8\text{-Ar-O}_2$ plasma for SiO_2 selective etching over Si and Si_3N_4 . Matsui M., Tatsumi T., Sekine M., J. Vac. Sci. Technol. A. 2001. V. 19. P. 2089-2096.

УДК 614.84

ДИОКСИД КРЕМНИЯ КАК ДОБАВКА К ПАВ

И. А. Богданов, Н. А. Таратанов, Н. Ш. Лебедева

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В работе проведено исследование наночастиц диоксида кремния, направленное на разработку добавки к рабочим составам пенообразователей с возможностью сокращения времени тушения. Из многообразия наночастиц, основываясь на их свойства, подобраны наиболее подходящие в качестве добавок к поверхностно-активным веществам.

Ключевые слова: наночастицы, поверхностно-активные вещества, огнетушащие средства

SILICON DIOXIDE AS ADDITIVE TO SURFACTANT

I. A. Bogdanov, N. A. Taratanov, N. Sh. Lebedeva

The paper deals with the study of nanoparticles of silica, aimed at developing a Supplement to the working compositions of the blowing agents with the possibility of reducing the time of quenching. From the variety of nanoparticles based on their properties are most suitable as additives to surface active substances.

Key words: nanoparticles, surfactants, fire-extinguishing agent

Для применения наночастиц диоксида кремния в различных областях возникает необходимость получения наночастиц различных размеров и форм. Несмотря на то, что опубликовано большое количество работ по методам получения наночастиц данных оксидов [1-5], многие из этих методов требуют дальнейшего усовершенствования с целью улучшения свойств конечного продукта.

В данной работе отдано предпочтение жидкофазным методам, а именно на методах осаждения. Следует также сказать, что получение наночастиц диоксида кремния методом осаждения не требует варьирования условий синтеза (использования ПАВ и термической обработки). Подобранные методики синтеза наночастиц не требуют дополнительного оборудования и дополнительных энергетических затрат, что обеспечивает относительно низкую себестоимость конечного продукта.

Однако наночастицы кремния не были изучены в плане практического применения в составе средств пожаротушения. Исходя из теоретических соображений и имеющегося экспериментального задела можно ожидать, что введение наночастиц оксидов цинка, алюминия и кремния в огнетушащий состав, улучшит его свойства.

Так взаимодействие пены с горючей жидкостью с момента ее подачи на горящую поверхность и до образования сплошного слоя пены представляет собой комплекс явлений. Упростив достаточную сложность этих явлений, можно выделить ряд основных моментов.

1. Образование локального слоя пены на поверхности горючей жидкости при её тушении. Результат этого явления зависит от соотношения скоростей двух противоположно направленных процессов: с одной стороны, скоростью разрушения пены на поверхности горючей жидкости, а с другой, интенсивностью подачи пены. Если интенсивность подачи пены превышает скорость ее разрушения, то локальный слой на поверхности образуется сразу, и поскольку скорость разрушения пены со временем уменьшается вследствие охлаждения горючей жидкости, выделяющимся из пены отсеком, то одновременно увеличивается и скорость нарастания этого слоя, и растекание его по поверхности горючей жидкости. Если же интенсивность подачи пены меньше скорости ее разрушения, то локальный слой образуется не сразу, а спустя определенный промежуток времени, в течение которого температура горючей

жидкости снизится настолько, что интенсивность подачи пены начнет превышать интенсивность ее разрушения.

Охлаждение прогретого слоя горючей жидкости отсеком пены приводит к тому, что уменьшается скорость испарения жидкости, вследствие этого уменьшается концентрация горючего пара в зоне горения, скорость химической реакции, скорость тепловыделения, и, как конечный результат, – температура горения.

2. Как только образуется локальный слой пены, он экранирует часть поверхности горючей жидкости от лучистого теплового потока пламени и охлаждает верхний прогретый слой жидкости. Это приводит к тому, что температура прогретого слоя горючей жидкости падает и, как следствие, уменьшается количество паров, поступающих в зону горения, снижается скорость реакции окисления, количество выделяющегося тепла и температура горения.

3. При достижении на поверхности жидкости слоя пены определенной толщины он препятствует поступлению выделяющихся паров горючей жидкости к зоне горения. Следовательно, пена изолирует горючую жидкость (точнее, ее пары) от зоны горения и горение прекращается.

Кроме перечисленных основных трех факторов, действующих при тушении пеной, существуют еще и дополнительные. К ним относятся:

- разбавление горючей смеси в зоне горения парами воды: при разрушении пены раствор пенообразователя (в основном вода) частично испаряется, а частично стекает вниз. Образовавшиеся пары вместе с парами горючей жидкости поступают в зону горения. Это приводит к снижению концентрации реагентов в зоне горения, а, следовательно, к уменьшению скорости реакции, тепловыделения и температуры горения;

- охлаждение зоны горения парами воды. Пары воды, попавшие в зону горения, не только снижают концентрацию горючего в объеме зоны горения, но и охлаждают эту зону. Это увеличивает потери тепла из зоны реакции, а следовательно, уменьшает температуру горения.

Таким образом, надежное тушение может быть достигнуто при подаче на поверхность горючей жидкости такого слоя пены, через который пары горючей жидкости не смогут прорваться в зону горения. Поэтому воздушно-механическая пена относится к изолирующим огнетушащим средствам. Изолирующая способность пены зависит от таких ее параметров, как парогазонепроницаемость, коэффициент динамической вязкости, напряжение сдвига, которые, в свою очередь, определяются кратностью пены, ее дисперсностью, толщиной стенки пузырька и др.

Процесс тушения характеризуется следующими параметрами.

Время тушения (τ_T) – время от момента подачи пены на поверхность жидкости, до момента прекращения горения.

Интенсивность подачи (J) – количество раствора пенообразователя, подаваемое на 1 м² площади пожара в секунду. Так как плотность рабочего раствора пенообразователя практически не отличается от плотности воды, а масса воздуха в пене ничтожно мала, то можно считать, что 1 кг пены соответствует 1 л раствора. Поэтому получаемое по формуле (5.1) значение интенсивности подачи имеет размерность л/(м²·с).

$$I_{\Pi} = \frac{m_0 - m_1}{S_{\Pi} \cdot \tau_T}, \text{ л/м}^2 \cdot \text{с} \quad (1)$$

где m_0 – масса раствора пенообразователя до начала эксперимента, кг; m_1 – масса не израсходованного раствора пенообразователя, кг; S_{Π} – площадь пожара, м²; τ_T – время тушения, с.

Удельный расход ($q_{уд}$) – количество раствора пенообразователя, израсходованного за время тушения на 1 м²:

$$q_{уд} = I_{\Pi} \cdot \tau_T, \text{ л/м}^2 \quad (2)$$

где I_{Π} – интенсивность подачи, л/(м²·с); τ_T – время тушения, с.

Время тушения зависит от соотношения интенсивностей подачи и разрушения пены. Если они равны, то тушение не достигается, т. е. $\tau_T = \infty$. Такая интенсивность подачи называется критической ($J_{кр}$). Характерная зависимость времени тушения (кривая тушения) и удельного расхода от интенсивности подачи показана на рис. 5.1.

Интенсивность подачи, при которой удельный расход пенообразователя минимален, считается оптимальной ($J_{опт}$). Обычно $J_{опт} = (2 \div 3)J_{кр}$ в зависимости от состава пенообразователя, вида горючей жидкости, параметров пены и др.

Эффективность применяемого пенообразователя, способа подачи пены можно оценить с помощью показателя эффективности тушения ($\Pi_{Э.Т.}$):

$$\Pi_{Э.Т.} = \frac{1}{I_{п} \cdot \tau_T^2} \quad (3)$$

Интенсивность разрушения пены рассчитывали по формуле:

$$I_{разрушения} = \frac{m_0 - m_1}{S_{п} \cdot \tau_{разрушения}}, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с} \quad (4)$$

где $S_{п}$ – площадь пожара, м^2 ; $\tau_{разрушения}$ – время полного разрушения пены, с; m_0 – начальная масса емкости с пеной, кг; m_1 – масса емкости с оставшейся пеной, кг.

Исследование эффективности тушения горючей жидкости

Для определения эффективности тушения горючей жидкости, была использована установка, схема которой показана на рис. 1. На рис. 2 представлена фотография проведения исследований. Наименьшее время, затраченное на тушение модельного очага составило 2,86 с (6% раствор ПО-6ТС с добавлением наноразмерного диоксида кремния (модифицированной поверхностью)), что существенно меньше, чем тушение ПАВ (6% раствора ПО-6ТС) без добавки (см. табл. 1).

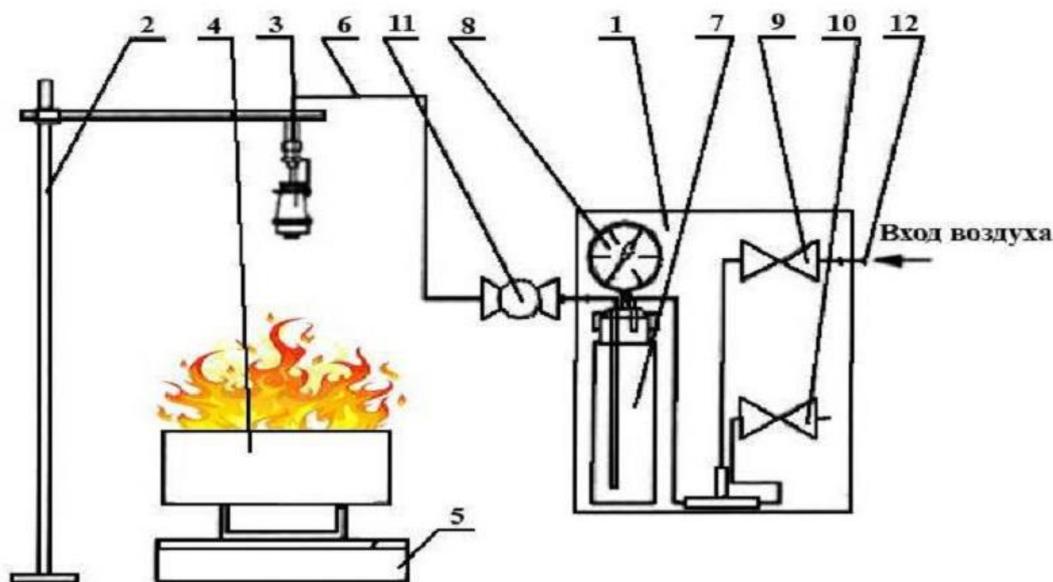


Рис. 1. Схема установки определения огнетушащей способности:

- 1-панель управления; 2-стойка со штангой; 3-лабораторный генератор пены средней кратности;
- 4-емкость для модельного очага и сбора пены; 5- электронные весы; 6-трубка соединительная;
- 7-емкость для раствора пенообразователя; 8-манометр; 9-клапан подачи воздуха;
- 10-клапан сбора воздуха; 11-шаровой кран; 12-штуцер подвода воздуха

Для этого были приготовлены растворы следующего состава: 1. - 6% раствор ПО-6ТС; 2. - 6% раствор ПО-6ТС с наноразмерным диоксидом кремния (0,2 г на 1000 мл раствора ПО-6ТС); 3. - 6% раствор ПО-6ТС с добавлением наноразмерного диоксида кремния (модифицированной поверхностью).

Далее рассчитали значения интенсивности подачи пены J_p , удельного расхода $q_{уд}$, параметра эффективности тушения $P_{э.т}$ и Интенсивности разрушения пены $I_{разрушения}$ по формулам 1-4. Полученные результаты представлены в табл. 1.



Рис. 2. Проведение исследований по эффективности тушения

Таблица 1. Результаты исследований влияния добавок на эффективность тушения

№ п/п	Концентрация водного раствора пенообразователя, об %	m_0 , кг	m_1 , кг	τ_T , с	I_p , л/(м ² ·с)	$q_{уд}$, л/м ²	$P_{э.т}$	$I_{разрушения}$
1.	6% раствор ПО-6ТС	4,260	3,861	6	0,739	4,43	0,038	0,647
2.	6% раствор ПО-6ТС с наноразмерным диоксидом кремния	4,282	4,031	3,8	0,733	2,79	0,094	0,364
3.	6% раствор ПО-6ТС с добавлением наноразмерного диоксида кремния (модифицированной поверхностью)	4,275	4,086	2,86	0,734	2,09	0,167	0,371

По результатам исследования была оценена стабильность огнетушащей дисперсной системы. Из чего можно сделать вывод, что из многообразия наночастиц, основываясь на их свойства, подобраны наиболее подходящие в качестве добавок к ПАВ. Из проведенных исследований следует, что наиболее выгодной добавкой (в плане способа получения и исследуемых свойств), является наноразмерный диоксид кремния обеспечивающий снижение времени тушения на 50%. Так же необходимо отметить, что на 43% улучшился такой показатель, как интенсивность разрушения пены, что значительно повышает эффективность тушения объемным методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jitianu, M. Zinc oxide colloids with controlled size, shape, and structure/ M. Jitianu, D.V. Goia // Journal of Colloid and Interface Science. 2007. V.309. P. 78-85.
2. Zu, Y. A study on preparation of nanometer-sized zinc oxide via precipitation method / Y.Zu, X.E. Li, A. Fan, C.F. Liu // Journal of Northwest University (Natural Science Edition). 2011. V.31. N.3. P. 232-234.
3. Yazdanmehr, M. Electronic structure and bandgap of γ -Al₂O₃ compound using mBJ exchange potential / M. Yazdanmehr, S.J. Asadabadi, A.N. Majid Ghasemzadeh, M. Rezvanian // Nanoscale research letters, 7, (2012) 488.
4. Подзорова, Л.И. Модифицированные композиты системы Al₂O₃ – (Ce-TZP) как материалы медицинского назначения / Л.И. Подзорова, А.А. Ильичева, О.И. Пенькова, Н.А. Аладьев, В.А. Волченкова, С.В. Куцев, Л.И. Шворнева // Ж. Персп. материалы, 1, (2016), 32-38.
5. Stober, W. Controlled growth of monodisperse silica spheres in the micron size range / W. Stober, A. Fink, E. Bohn // Journal of Colloid and Interface Sciences. 1968. Vol. 26. P. 62-69.

6. Термодинамическая химия парообразного состояния / А.В. Суворов. –Л.: Химия. – 1970. –208 с.
7. Гусев, В.Е. Дериватографическое исследование сольватации нитрата третбутиламмония / В.Е. Гусев, Г.М. Полторацкий // В сб. Проблемы сольватации и комплексообразования. –Иваново. – 1978. – С. 81 – 86.
8. Кинетика гетерогенных реакций / Б.Дельмон. – М.: Мир. – 1972. – 554 с.
9. Молекулы и химическая связь / К.С. Краснов. Изд. 2е, дополн. и перераб. – М.: Высшая школа. – 1984. – 295 с.
10. Большая советская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. А.М. Прохоров. –М.: Сов. энцикл.,1970–1981.–30 т.
11. Bernudez, V.M. A Proton Nuclear Magnetic Resonance Technique for Determining the Surface Hydroxyl Content of Hydrated Silica Gel / V.M. Bernudez // J.Phys. Chem. 1970. V.74 №23. P.4160.
12. Doremus, R.H. Internal hydroxyl groups near the surface of silica / R.H.Doremus // Ibid. 1971. V.75. № 20. P.3147.

УДК 66.021.3

ДИФфуЗИЯ В ЧАСТИЦЕ СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ В УСЛОВИЯХ ПОЛУПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Д. Е. Захаров¹, С. В. Натареев¹, Т. Е. Никифорова¹, С. В. Беляев²

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет,
²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

С помощью метода интегральных преобразований Лапласа найдено аналитическое решение задачи диффузии вещества в твердом теле сферической формы в аппарате проточного типа. Разработанная математическая модель используется для изучения кинетики ионообменной сорбции ионов Cu (II) катионитом КУ-2-8 (Н).

Ключевые слова: ионный обмен, кинетика, частицы сферической формы

DIFFUSION IN A PARTICLE OF A SPHERICAL FORM IN THE CONDITIONS OF THE SEMI-PERIODIC PROCESS

D. E. Zakharov, S. V. Natareev, T. E. Nikiforova, S. V. Belyaev

An analytical solution to the problem of the diffusion of a substance in a solid with a spherical shape in a flow apparatus is derived using the integral Laplace transform. The developed mathematical model is used to study the kinetics of ion exchange sorption of Cu (II) ions by a KU-2-8(H) cationite.

Keywords: ion exchange, kinetics, particles of spherical shape

Аналитические решения задачи об эволюции нестационарных полей концентрации целевого компонента в телах классических форм (неограниченной пластине, неограниченном цилиндре и шаре) получены при условиях постоянной концентрации раствора и ограниченного объема раствора [1]. Ранее [2] авторами получено с помощью метода интегральных пре-

образований Лапласа аналитическое решение задачи о диффузии вещества в теле пластинчатой формы, помещенном в аппарат проточного типа полного смешения. В данной работе рассмотрим процесс ионного обмена в частицах сферической формы в полупериодическом процессе (периодическом по твердой фазе и непрерывном по жидкой фазе). При математическом описании процесса примем следующие допущения: процесс протекает в аппарате полного смешения; скорость ионного обмена лимитируется как внутренней, так и внешней диффузией; твердая фаза состоит из сферических частиц одинакового диаметра; равновесие ионного обмена описывается уравнением изотермы Генри; кинетические параметры процесса постоянны.

С учетом принятых допущений математическое описание процесса включает следующие уравнения:

– уравнение материального баланса аппарата идеального смешения проточного типа:

$$V \frac{dC(\tau)}{d\tau} + \bar{V} \frac{d\bar{C}_{\text{cp}}(\tau)}{d\tau} = Q[C_{\text{вх}} - C(\tau)]; \quad (1)$$

– уравнение кинетики диффузии для частицы сферической формы:

$$\frac{\partial \bar{C}(r, \tau)}{\partial \tau} = \bar{D}_{\text{эф}} \left[\frac{\partial^2 \bar{C}(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial \bar{C}(r, \tau)}{\partial r} \right]; \quad (\tau > 0; \quad 0 \leq r \leq R); \quad (2)$$

– уравнение изотермы адсорбции:

$$\bar{C} = \Gamma C; \quad (3)$$

– уравнение для определения средней концентрации вещества в частице ионита:

$$\bar{C}_{\text{cp}}(\tau) = \frac{3}{R^3} \int_0^R r^2 \bar{C}(r, \tau) dr; \quad (4)$$

– начальные и граничные условия:

$$\bar{C}(r, 0) = \bar{C}_{\text{cp}}(0) = \bar{C}_0; \quad C(0) = C_0; \quad (5)$$

$$\frac{\partial \bar{C}(0, \tau)}{\partial r} = 0; \quad \bar{C}(0, \tau) \neq \infty; \quad (6)$$

$$\bar{D}_{\text{эф}} \frac{\partial \bar{C}(R, \tau)}{\partial r} = \beta [C(\tau) - C_{\text{гр}}(\tau)]; \quad (7)$$

$$\bar{V} \frac{d\bar{C}_{\text{cp}}(\tau)}{d\tau} = nS\bar{D}_{\text{эф}} \left. \frac{\partial \bar{C}(r, \tau)}{\partial r} \right|_{r=R}, \quad (8)$$

где C – концентрация вещества в растворе, кг-экв/м³; \bar{C} – концентрация вещества в катионите, кг-экв/м³; $\bar{D}_{\text{эф}}$ – коэффициент диффузии в катионите, м²/с; n – количество частиц катионита; r – радиальная координата частицы, м; R – радиус частицы, м; S – площадь поверхности одной частицы, м²; Q – расход раствора, м³/с; V – объем раствора, м³; \bar{V} – объем катионита, м³; β – коэффициент массоотдачи в растворе, м/с; Γ – константа Генри; τ – время, с; индексы: 0 – начальный; вх – входящий; ср – средний; эф – эффективный.

Для решения системы уравнений (1)–(8) был использован метод интегральных преобразований Лапласа [3]. Решения задачи найдены относительно нестационарного распределения концентрации сорбируемого вещества по радиусу частицы, среднего значения концентрации вещества в частице и концентрации раствора на выходе из аппарата:

$$\bar{C}(r, \tau) = a_0 - B\Gamma(C_{\text{вх}} - C_0) \frac{R \sin\left(\sqrt{\chi} \frac{r}{R}\right)}{r} e^{-\chi \frac{\bar{D}_{\text{эф}} \tau}{R^2}} - \sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{R \sin\left(\mu_n \frac{r}{R}\right)}{r} e^{-\mu_n^2 \frac{\bar{D}_{\text{эф}} \tau}{R^2}}; \quad (9)$$

$$\bar{C}_{\text{cp}}(\tau) = a_0 - 3B\Gamma(C_{\text{вх}} - C_0) \left(\sin\sqrt{\chi} - \sqrt{\chi} \cos\sqrt{\chi} \right) \frac{1}{\chi} e^{-\chi \frac{\bar{D}_{\text{эф}} \tau}{R^2}} - \sum_{n=0}^{\infty} 3A_n \left(\frac{\sin\mu_n - \mu_n \cos\mu_n}{\mu_n^2} \right) e^{-\mu_n^2 \frac{\bar{D}_{\text{эф}} \tau}{R^2}}; \quad (10)$$

$$C(\tau) = C_{\text{BX}} - C_{\text{BX}} \left[3B\sigma(\sin\sqrt{\chi} - \sqrt{\chi} \cos\sqrt{\chi})(C_{\text{BX}} - C_0) \frac{\bar{D}_{\text{эф}}\tau}{R^2} + C_{\text{BX}} - C_0 \right] e^{-\frac{\chi\bar{D}_{\text{эф}}\tau}{R^2}} +$$

$$+ 3C_{\text{BX}}\sigma \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_n(\sin\mu_n - \mu_n \cos\mu_n)}{\chi - \mu_n^2} \left(e^{-\frac{\chi\bar{D}_{\text{эф}}\tau}{R^2}} - e^{-\frac{\mu_n^2\bar{D}_{\text{эф}}\tau}{R^2}} \right), \quad (11)$$

где $A_n = \frac{Bi_m [\mu_n^2 \Gamma(C_{\text{BX}} - C_0) + (a_0 - \bar{C}_0)(\chi - \mu_n^2)]}{\mu_n^2 \left\{ \left[\frac{1}{2}(\chi - \mu_n^2 + 3Bi_m\sigma) - 1 + Bi_m \right] \sin\mu_n - \left[\mu_n - \frac{Bi_m(\chi - \mu_n^2)}{2\mu_n} \right] \cos\mu_n \right\}}$,

$$B = \frac{Bi_m}{\sqrt{\chi} \cos\sqrt{\chi} + \left(\frac{3Bi_m\sigma}{2} - 1 + Bi_m \right) \sin\sqrt{\chi}},$$

μ_n - корни характеристического уравнения:

$$tg\mu = \frac{\mu(\chi - \mu^2 + 3Bi_m\sigma)}{3Bi_m\sigma + (\chi - \mu^2)(1 - Bi_m)}. \quad (12)$$

Здесь a_0 – обменная емкость катионита, кг-экв/м³.

Полученные решения (9)–(11) были применены для исследования процесса извлечения ионов меди из раствора с помощью сульфокислотного катионита КУ–2–8 в Н-форме. При выполнении вычислительного эксперимента были приняты следующие параметры процесса: $\bar{V} = 4 \cdot 10^{-6}$ м³; $V = 8,8 \cdot 10^{-4}$ м³; $R = 2,9 \cdot 10^{-4}$ м; $Q = 7,7 \cdot 10^{-6}$ м³/с; $C_{\text{BX}} = C_0 = 5 \cdot 10^{-3}$ кг-экв/м³; $D = 8,6 \cdot 10^{-10}$ м²/с [4]; $\bar{D}_{\text{эф}} = 1,7 \cdot 10^{-10}$ м²/с [5]; $\Gamma = 270$ [6]. Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе рассчитывали по критериальному уравнению [7]:

$$Sh = 0,29 Re^{0,65} Sc^{0,33}, \quad (13)$$

где $Re = \frac{n_M d_M}{\nu}$ – критерий Рейнольдса;

$Sh = \frac{\beta d_a}{D}$ – критерий Шервуда; $Sc = \frac{\nu}{D}$ –

критерий Шмидта; D – коэффициент диффузии в растворе, м²/с; d_a – диаметр аппарата, м; d_M – диаметр мешалки, м; n_M – частота вращения мешалки, об/с; ν – коэффициент кинематической вязкости раствора, м²/с.

При указанных условиях проведения эксперимента значение β составило $1,29 \cdot 10^{-4}$ м/с.

Результаты расчета приведены на рисунках. На рис. 1 изображены кривые распределения концентрации ионов меди по радиусу частицы сферической формы для различных моментов времени процесса ионного обмена.

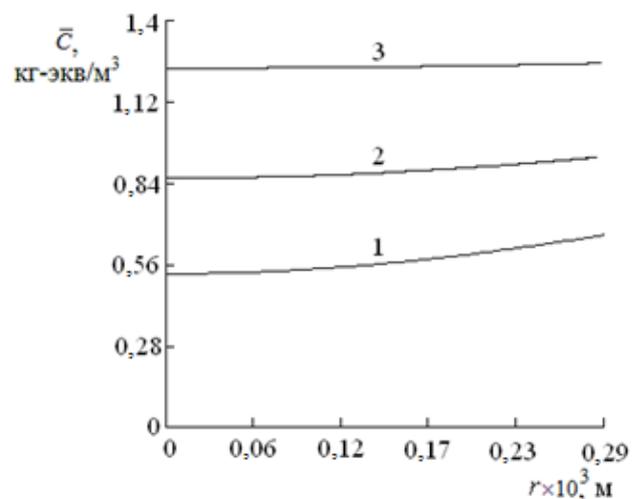


Рис. 1. Кривые распределения концентрации ионов меди по радиусу частицы катионита: $\tau \cdot 10^{-2}$, с: 1 – 2; 2 – 4; 3 – 10

На рис. 2 показаны кинетическая кривая процесса ионообменной адсорбции ионов меди на катионите КУ-2-8 в Н-форме и зависимость изменения концентрации раствора на выходе из аппарата от времени процесса.

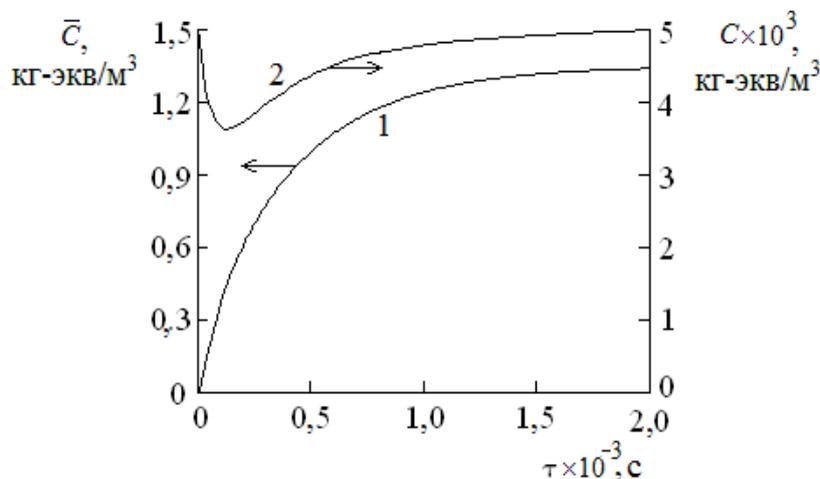


Рис. 2. Кинетическая кривая ионообменной сорбции ионов Cu^{2+} катионитом КУ-2-8 (1) и кривая изменения концентрации раствора на выходе из аппарата в зависимости от времени процесса (2)

Из данных рисунков видно, что процесс ионного обмена протекает при переменной концентрации раствора. Сначала концентрация раствора в аппарате уменьшается до минимального значения, что связано с интенсивным процессом адсорбции ионов меди катионитом. Затем концентрация раствора постепенно увеличивается вследствие уменьшения скорости ионного обмена на последних стадиях насыщения катионита и поступления в аппарат исходного раствора с заданной концентрацией. В конце процесса концентрация раствора на выходе из аппарата асимптотически приближается к концентрации раствора, поступающего в аппарат. Полученные решения могут быть рекомендованы для расчета емкостного аппарата с мешалкой проточного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Массообменные процессы химической технологии (системы с дисперсной твердой фазой) / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов. Л.: Химия. 1990. 384 с.
2. Натареев С.В., Кокина Н.Р., Натареев О.С., Дубкова Е.А. Массоперенос в системе с твердой фазой // Теоретические основы химической технологии. 2015. Т. 49. №1. С. 74-78.
3. Диткин В.А., Прудников А.П. Справочник по операционному исчислению. М.: Высш. школа, 1965. 465 с.
4. Quickenden T.I., Jiang X. The diffusion coefficient of copper sulphate in aqueous solution // Electrochimica Acta. 1984. V. 29. № 6. P. 693-700.
5. Натареев С.В., Никифорова Т.Е., Козлов В.А., Кочетков А.Е. Ионообменная адсорбция ионов тяжелых металлов катионитом Lewatit S-100 // Известия высших учебных заведений «Химия и химическая технология». 2010. Т. 53. Вып. 8. С. 30-33.
6. Паршина И.Н., Стряпков А.В. Сорбция ионов металлов органическими катионитами из карьерных растворов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2003. Вып. 5. С. 107-109.
7. Дытнерский Ю.И., Дмитриев Е.А., Щерев И.А. Концентрационная поляризация при разделении растворов слаборастворимых солей обратным осмосом // Массообмен в химической технологии. Сборник научных трудов. Рига: Рижский политехнический институт, 1986. С. 130-140.

УДК 546.06

ИССЛЕДОВАНИЕ БУТИЛИРОВАННОЙ ВОДЫ НА СООТВЕТСТВИЕ ЗАЯВЛЕННОМУ ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ СОСТАВУ

А. О. Сторонкина¹, О. Е. Сторонкина², Т. А. Мочалова²

¹МОУ школа-лицей № 22

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В статье сообщаются результаты исследования химического состава бутилированной воды известных торговых марок. Показано, что вода марок «АкваМинерале», «БонАква» – не соответствуют заявленному составу.

Ключевые слова: бутилированная вода, исследование, иономер, гравиметрический метод

INVESTIGATION OF BOTTLED WATER ACCORDING TO THE COMPONENT OF THE MANUFACTURED MANUFACTURER

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

The article reports the results of a study of the chemical composition of bottled water of well-known brands. It is shown that the water of the brands "AquaMinerale", "BonAqua" - does not correspond to the declared composition.

Key words: bottled water, research, ionomer, gravimetric method

По данным ТАСС, опубликованным 18 сентября 2017 года на сайте [1], Роскачество провело масштабное исследование питьевой бутилированной воды без газа в российской рознице и выявило нарушения в 20% образцов. В исследовании участвовали 58 образцов самых популярных у российских потребителей брендов. В трех случаях у Роскачества даже возникли сомнения в безопасности товара.

Требования, предъявляемые к воде разного назначения, регламентируются специальными нормативными документами (ГОСТ, Санитарные правила и нормы (СанПиН), РД). Для правильного выбора технологии очистки воды, необходимо знать химический состав примесей, растворенных в воде, их количество, в какой форме они существуют и нормативные требования, которым должна соответствовать очищенная вода [2].

Исходя из этого, целью проведенного исследования было изучение химического состава бутилированной воды и сравнение полученных результатов с информацией, указанной производителем на упаковке.

Для исследования химического состава бутилированной воды использовались:

- иономер лабораторный И-160М для количественного определение величины рН взятых для анализа образцов воды;
- гравиметрический метод для установления общего содержания солей.

Изучение физико-химических свойств образцов питьевой воды проводили на базе химической лаборатории Ивановского государственного университета.

Для определения уровня рН выбранных образцов использовали иономер лабораторный И-160М (рис. 1).

Согласно инструкции работы на приборе его заблаговременно включали в электрическую сеть. В течение 30 минут он выходил в рабочий режим. Далее проводилась калибровка прибора по буферным растворам.

Затем каждый из изучаемых образцов был помещен в стаканчик объемом 50 мл (рис. 2), в него погружали стеклянный и хлорсеребряный электроды, а также термистор для контроля температуры (рис. 3). Результаты проведенных измерений сведены в табл. 1.

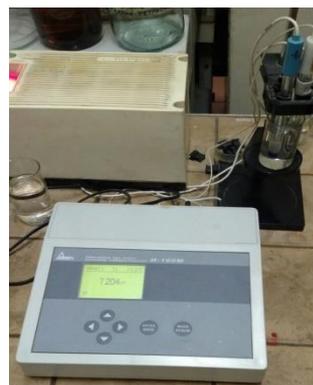


Рис. 1. Ионмер лабораторный И-160М



Рис. 2. Изучаемые образцы



Рис. 3. Проведение эксперимента

Таблица 1. Результаты проведенных измерений

Марки воды	Уровень рН (экспериментальный)	Уровень рН (заявленный производителем)
Святой источник	6,4	7,4
БонАква	6,9	6,9
АкваМинерале	7,3	7,1

Из данных табл. 1 видно, что самой кислой оказалась вода марки «Святой источник», а самой щелочной – марки «АкваМинерале». В целом, все образцы продемонстрировали уровень рН, близкий к нейтральному. Обращает на себя внимание тот факт, что только вода «БонАква» по величине рН полностью соответствует величине, указанной на бутылке, остальные образцы отличаются на 0,2 («АкваМинерале») и 1,0 («Святой источник»).

На втором этапе работы определялось общее содержание солей в исследуемых образцах воды гравиметрическим методом. Для этого пипеткой отбирали строго определённый объем воды (10 мл), выливали его в предварительно взвешенную фарфоровую чашку и выпаривали досуха на электрической плитке. Потом чашку остужали до комнатной температуры и повторно взвешивали. По разнице масс находили общее содержание солей в исследуемых образцах и сравнивали их с данными, указанными производителем. Результаты сведены в табл. 2.

Таблица 2. Общее содержание солей в исследуемых образцах

№ образца	Марки воды	Общая минерализация (экспериментальная), г/л	Общая минерализация (заявленная производителем), г/л
1	АкваМинерале	0,0	0,5
2	Святой источник	0,001	0,4
3	БонАква	0,042	0,5

Следует обратить внимание, что в образце № 3 после выпаривания были обнаружены частицы черного цвета, что говорит либо о плохом качестве воды, либо о плохой работе угольного фильтра (если предположить, что этот образец воды очищался с его использованием).

В ходе исследования с помощью иономера была определена величина pH изученных образцов бутилированной воды марок «Святой источник», «БонАква», «АкваМинерале». Самой кислотной оказалась вода марки «Святой источник», а самой щелочной – марки «АкваМинерале».

Методом гравиметрии (т.е. выпаривания определенного объема воды и взвешивания солей) определили общее содержание всех солей в образцах, на соответствие заявленному производителем составу. Полученные результаты исследования сравнили с составами, указанными на упаковках образцов и пришли к выводу, что вода марок «АкваМинерале», «БонАква» – не соответствуют заявленному составу. Вода марки «Святой Источник», прошла проверку на соответствие составу, указанному на этикетке и является безопасной для употребления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL: //news.mail.ru/ Экономические новости (дата обращения 26.09.2017).
2. Гигиенические требования к качеству воды. Системы очистки и обеззараживания воды : учеб. пособие / Под общ. ред. Ф. И. Разгонова. - Омск: Изд-во СибГУФК, 2016. - 56 с.

УДК 66.084.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ НА ВЯЗКОСТЬ РАСТВОРОВ ПРЕДКОНДЕНСАТОВ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ СМОЛ

А. В. Шибашов, А. С. Смирнова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

В работе исследовано влияние ультразвуковых низкочастотных волн при различной подводимой мощности на изменение вязкости растворов карбамидоформальдегидных смол, используемых, для изготовления пластиков, в качестве пропиточных материалов, в процессах капсулирования гранул, а также для заключительной отделки текстильных материалов.

Ключевые слова: предконденсаты, ультразвук, термореактивные смолы, реологические свойства

RESEARCH OF INFLUENCE OF VARIOUS POWER ULTRASONIC IMPACT ON SOLUTIONS VISCOSITY OF THERMOREACTIVE PITCHES PRECONDENSATES

A. V. Shibashov, A. S. Smirnova

In present work influence of ultrasonic low-frequency waves is investigated at various brought power on change of solutions viscosity of the amino-formaldehyde pitches used for production of plastics, as impregnating materials, in processes of capsulation of granules and also for final finishing of textile materials.

Keywords: precondensates, ultrasound, thermoreactive pitches, rheological properties

Действие ультразвуковых волн на полимеры и инициирование полимеризации мономеров было открыто в тридцатых годах. Было показано, что при воздействии ультразвука уменьшается вязкость растворов многих макромолекул: крахмала, желатины, каучука, агар-агара, гуммиарабика. Обнаружено также повышение восстановительной активности параформальдегида к аммиаку серебра вследствие образования альдегида.

Одновременно наблюдались окислительно - восстановительные реакции. Исследованные полимеры обладали склонностью к образованию гелей и студней; для них характерно возникновение тиксотропного ожижения под действием ультразвука. Ожижение тиксотропных гелей (или студней) под действием ультразвуковых волн осуществляется в определённой мере так же, как при обычном встряхивании. Однако заметную роль в тиксотропном ожижении могут играть и кавитационные процессы, так как при повышенном давлении или в вакууме под действием ультразвука, когда затрудняется пульсация и расщепление пузырьков, наблюдается лишь небольшое образование жидкости на поверхности. При ультразвуковом облучении растворов желатины, каучука и некоторых других полимеров наблюдалось уменьшение вязкости, которая после выключения ультразвука вновь частично повышалась. Помимо преодоления энергии Ван-дер-Ваальсовых взаимодействий при изменении структурной вязкости, воздействие ультразвуковых волн приводит к разрыву макромолекул.

Механические процессы, сопровождающие кавитацию (ударные волны, кумулятивные струи и так далее), играют значительную роль в процессе расщепления полимерных цепей. Таким образом, эффект деполимеризации в ультразвуковом поле является суперпозицией двух процессов: действия механических напряжений при деформации макромолекул в процессе обтекания участка макромолекулы потоком растворителя и действия кавитации и обусловленных ею ударных волн, кумулятивных струй, микропотоков.

Причиной, вызывающей разрыв макромолекул до определённой минимальной длины, меньше которой цепь претерпевает механодеструкции является структура раствора полимера. При достаточной концентрации макромолекул некоторые из них образуют небольшие клубки длинноцепочечных молекул, причём выступающие свободные цепи перемещаются с большей скоростью под действием потоков жидкости, чем свои клубки. По мере увеличения длины цепочек, их жёсткости и увеличении размера боковых цепей (или разветвлений) в макромолекулах должна возрастать эффективность их механодеструкции, в том числе и в ультразвуковом поле.

Эффект расщепления макромолекул в акустическом поле, в результате каждого акта которого в растворе возникают два радикала, можно использовать для инициирования полимеризации соединений с двойной связью (или других веществ, способных реагировать с радикалами с образованием макрорадикалов возрастающей длины) [1]

С целью изучения влияния мощности ультразвукового воздействия на изменение вязкости раствора мочевино-формальдегидной смолы была проведена серия опытов: 15% растворы мочевино-формальдегидной смолы подвергались обработке ультразвуком различной мощности в течении 5 минут. Результаты опытов представлены на рис. 1.

Анализируя данные рис. 1, можно сделать вывод, что повышение мощности ультразвукового воздействия с 15 Вт до 120 Вт приводит к резкому уменьшению кинематической вязкости раствора в течении 300 секунд обработки.

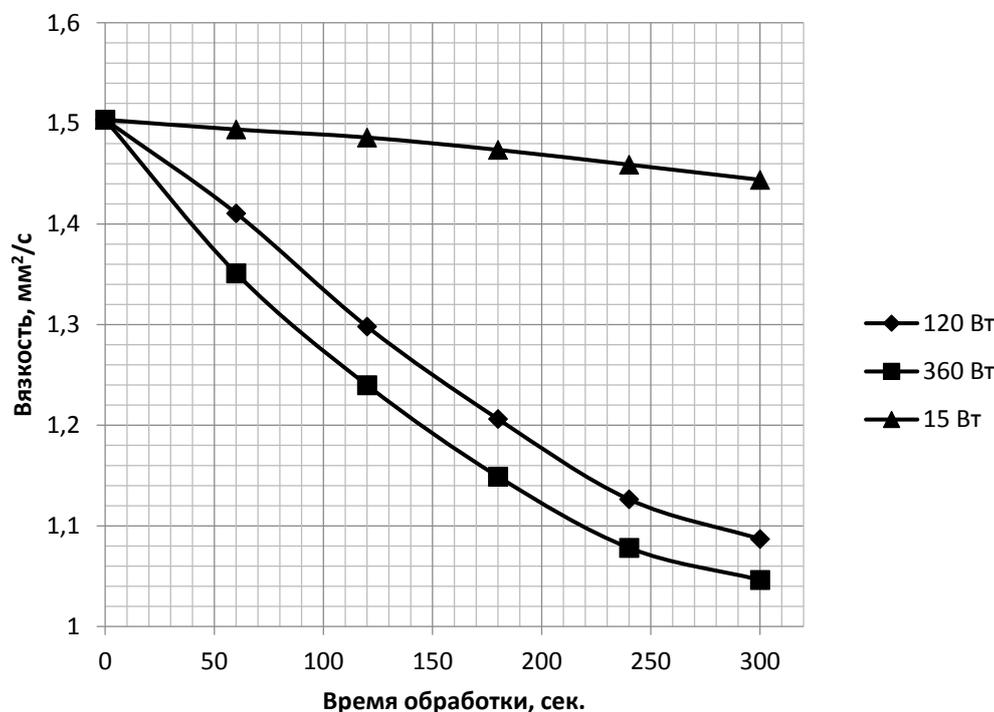


Рис. 1. Зависимость кинематической вязкости раствора мочевино-формальдегидной смолы при различной мощности ультразвука.

За 60 секунд обработки вязкость при мощности 120 Вт уменьшается на 0,083 мм²/с по сравнению с обработкой при мощности 15 Вт, а за 300 секунд снижение вязкости достигает 0,357 мм²/с.

Увеличение мощности ультразвуковой обработки от 120 Вт до 360 Вт приводит к снижению вязкости на 0,06 мм²/с за 60 секунд обработки, а за 300 секунд вязкость снижается на 0,041 мм²/с.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что повышение мощности целесообразно до 120 Вт, поскольку наблюдается резкое понижение вязкости обрабатываемого раствора. Дальнейшее увеличение мощности до 360 Вт не приводит к заметному снижению вязкости раствора мочевино-формальдегидной смолы.

Повышение температуры в процессе ультразвукового воздействия на растворы так же вносит вклад в изменение вязкости. Поэтому для оценки влияния только кавитации на процесс снижения вязкости были проведены расчеты зависимости динамической вязкости раствора метилолмочевины от температуры. С этой целью был использован метод Ван-Вельцена, Кардозо и Лангенкампа, а значения вязкости затем преведены к размерности мм²/с.

Модифицированное уравнение имеет вид:

$$\ln(\eta_L) = \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \quad (1)$$

где η_L – вязкость жидкости, сПз; T – температура; B и T₀ – параметры связанные со структурой жидкости [2]

После расчета эквивалентной длины цепи молекулы метилолмочевины была получена зависимость представленная на рис. 2.

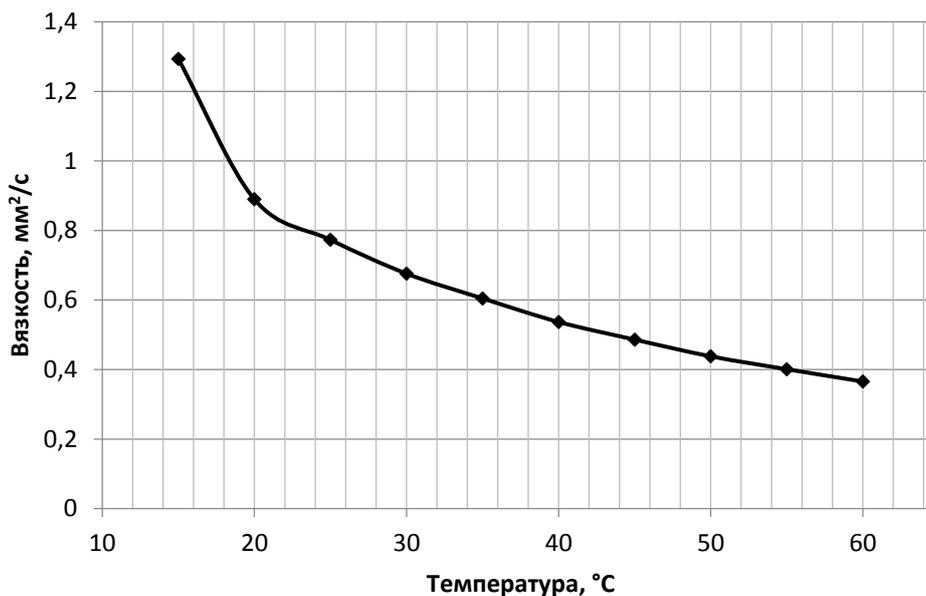


Рис. 2. Расчетная зависимость кинематической вязкости раствора мочевино-формальдегидной смолы при различной температуре.

Сравнение данных рис. 1 и 2 показывает, что снижение вязкости раствора предконденсата термореактивной смолы в условиях только повышения температуры происходит значительно быстрее, чем при использовании ультразвуковой обработки, при условии достижения тех же температур. Такая зависимость может быть объяснена иницированием смолообразования в процессе ультразвукового воздействия на раствор метилолмочевины, и как следствие появление в жидкости более массивных структур – крупных молекул смолы.

Область применения мочевино-формальдегидные смол очень широкая, они используются для изготовления пластиков, в качестве пропиточных материалов, в процессах капсулирования гранул, а также для заключительной отделки текстильных материалов. В связи с этим разработка новых методов поликонденсации карбамида с формальдегидом является актуальной задачей, которая позволит повысить качество мочевино-формальдегидных смол в зависимости от их целевого назначения. Инициаторами процесса конденсации могут выступать не только химические катализаторы, но и высокоэнергетические воздействия (электромагнитное и ультразвуковое излучение).

Развитие и применение ультразвуковых технологий открывает в настоящее время новые перспективы в создании новых веществ и материалов, в придании известным материалам и средам новых свойств (стерильность, наноразмерность и т.п.). Кавитационные явления, возникающие в процессе ультразвукового воздействия на растворы, обеспечивают высокое локальное концентрирование энергии, что позволяет использовать ультразвук в качестве инициатора полимеризации предконденсатов мочевино-формальдегидных смол. Это сделает возможным не только сокращение энерго- и ресурсозатрат, но и повысит экологичность процесса получения смол.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маргулис, М.А. Звукохимические реакции и сонолюминисценция / М.А. Маргулис / М.: Химия, 1986 – 288 с.
2. Рид, Р. Свойства газов и жидкостей: справочное пособие / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд / Л.: Химия, 1982 – 592 с.

УДК 687.03

ИССЛЕДОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРОЕНИЯ И СООТНОШЕНИЯ ПРЕПОЛИМЕРА И ИЗОЦИАНАТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КОМПОЗИТОВ К ИЗГИБУ

А. А. Левкин, А. А. Арбузова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В статье проведены результаты экспериментальных исследований по установлению зависимостей изменения устойчивости полиуретановых композитов к изгибу от строения предполимера и изоцианата. Выявлена возможность прогнозирования упруго-деформационных характеристик полиуретанового связующего композиционных полимерно-волоконистых материалов типа ПуВКМ на базе закономерностей «состав – свойство», описывающих влияние исходных веществ, используемых на стадиях получения предполимера и синтеза полимерного продукта.

Ключевые слов: полиуретановые композиты, жесткость, упругость, полимерно-волоконистый материал

RESEARCH AND THE MATHEMATICAL DESCRIPTION OF INFLUENCE OF THE STRUCTURE AND RATIO OF PREPOLYMER AND ISOCYANATE ON RESISTANCE OF POLYURETHANE COMPOSITES TO THE BEND

A. A. Levkin, A. A. Arbuzova

In article results of pilot studies on establishment of dependences of change of resistance of polyurethane composites to a bend on a structure of prepolymer and an isocyanate are carried out. The possibility of forecasting of elastic and deformation characteristics poliuretany binding composite polymeric and fibrous materials like PUVKM on the basis of regularities "structure – property", the initial substances describing influence used at stages of receiving prepolymer and synthesis of a polymeric product is revealed.

Keywords: polyurethane composites, rigidity, elasticity, polymeric and fibrous material

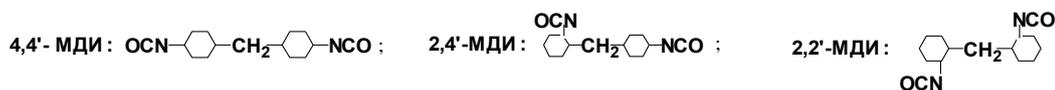
Работа направлена на создание нового поколения материалов конструкционного назначения для изделий легкой промышленности. При создании новых композиционных материалов для ортопедии учтены недостатки существующих конструкций, обусловленные излишней жесткостью традиционно применяемых материалов, что не позволяет варьировать степень коррекции поврежденных участков торса пациента на разных этапах реабилитации, вызывает чувство дискомфорта, приводит к излишнему давлению, чрезмерному ограничению подвижности, а иногда приводит к нарушению функций внутренних органов. Создаваемые полимерно-волоконистые композиты типа ПуВКМ будут удовлетворять комплексу основных технологических требований. Основными из которых является обеспечение широкого диапазона физико-механических свойств отвержденного материала с учетом назначения готовых деталей и научно-обоснованного уровня показателей их упругости. Для регулирования жесткости и деформационных свойств композита на данном этапе используются приемы изменения микрофазового строения полиуретанового эластомера, основанные на варьировании состава исходных продуктов и условий синтеза [1-5].

В связи с этим цель научного поиска данного этапа исследований состоит в установлении зависимостей изменения устойчивости полиуретановых композитов к изгибу от строения предполимера и изоцианата, а также их соотношения в композиции

Проведен комплекс исследований по оценке эффективности управления упругими свойствами полиуретановой составляющей композитов путем регулирования микрофазового

строения эластомера при варьировании строения алифатической цепочки и массы молекулы полиэфирполиола в предполимере (компонент «А» полимерной композиции), а также вида и количества применяемого изоцианата в составе компонента «В».

Первая серия образцов ППУ-материалов получена с варьированием на стадии синтеза предполимера молекулярной массы полиэфирдиолов $M_{M_{R(OH)_2}} = 540...3556$ и мольного его соотношения с метилendifенилдиизоцианатом, применяемым в трех стереоизомерных формах:



Условия стадии синтеза ППУ-материала поддерживались постоянными: соотношение предполимера (компонент «А») и 4,4'-МДИ (в компоненте «В») по массе 1:1, без удлинителя цепи, катализатор – диморфолинодиэтиловый эфир в количестве 5%. Оценка модуля упругости пластин ППУ-материалов проведена в соответствии с ГОСТ 9550-81.

Данные табл. 1 свидетельствуют, что при увеличении длины углеводородного радикала полиэфирдиола наблюдается закономерное снижение модуля упругости материала. При этом изменение стереоизомерной формы изоцианата на стадии образования предполимера при прочих одинаковых условиях проведения синтеза не оказывает существенного влияния на жесткость полимера.

Таблица 1. Изменение модуля упругости ППУ-материала при варьировании изомерного строения метилendifенилдиизоцианата

Полиэфирдиол R(OH) ₂	$M_{M_{R(OH)_2}}$	$E_{изг} \pm 1$, МПа		
		4,4'-МДИ	2,4'-МДИ	2,2'-МДИ
Лапрол 502	540	131	133	136
Лапрол 1502	1062	95	98	100
ПЭ-ГС	1155	93	95	96
Лапрол 1502	1526	78	79	80
Лапрол 2102	2106	67	68	70
Лапрол 2502	2512	62	63	64
Лапрол 3502-2Б-20	3556	51	52	53

Варьирование мольного соотношения компонентов также способно менять длину олигомерной цепочки предполимера и определять упругие свойства конечного продукта.

Таблица 2. Изменение модуля упругости ППУ-материала при варьировании мольного соотношения 4,4'-МДИ с полиэфирдиолами разного химического строения

Полиэфирдиол R(OH) ₂	$M_{M_{R(OH)_2}}$	$E_{изг} \pm 2$ (МПа) при соотношении [R(OH) ₂]:[4,4'-МДИ]	
		1:2	2:3
Лапрол 502	540	169	131
Лапрол 1502	1062	122	95
ПЭ-ГС	1155	118	93
Лапрол 1502	1526	102	78
Лапрол 2102	2106	86	67
Лапрол 2502	2512	79	62
Лапрол 3502-2Б-20	3556	65	51

Представленные в табл. 2 результаты испытания образцов ППУ-материалов, полученных с использованием на стадии синтеза предполимера нескольких видов полиэфирдиола при изменении мольного соотношения его с 4,4'-МДИ позволяют сделать следующие выводы:

– двойной мольный избыток изоцианата (аи= 2) обуславливает образование наиболее

коротких цепочек предполимера - МДИ–ОРО–МДИ; при молекулярном соотношении реагентов 2:3 (т.е. при полуторакратном избытке изоцианата $a_u = 1,5$) наиболее вероятным продуктом является олигомер с большей длиной цепочки *МДИ–ОРО–МДИ–ОРО–МДИ*;

– увеличение размера молекулы предполимера повышает вероятность их взаимно ориентированного расположения в процессе синтеза полимерных цепей, что обуславливает возрастание долевого содержания эластичных сегментов в микрофазовой структуре полиуретана и отражается в снижении величины модуля упругости материала;

– данные эксперимента с высокой степенью аппроксимации описываются зависимостью (1):

$$E_{изг} = 2015,765 \cdot a_u / \sqrt{M_{R(OH)_2}}; \quad R^2 = 0,99949 \quad (1)$$

Верификация модели проведена для варианта синтеза полиуретана на основе предполимера с мольным избытком изоцианата $a_u = 1,33$ (соотношение $[R(OH)_2]:[4,4'-МДИ] = 3:4$). Представленные в табл. 3 результаты сопоставления расчетных и экспериментальных данных модуля упругости материала подтверждают, что полученная зависимость позволяет с высокой степенью вероятности прогнозировать возможное изменение упругих свойств ППУ-материала по исходным характеристикам сырья, применяемого на стадии получения предполимера.

Таблица 3. Верификация модели упругости ППУ-материалов во взаимосвязи со строением предполимера

Данные	$E_{изг} \pm 2$ (МПа) при соотношении $[R(OH)_2]:[4,4'-МДИ] = 3:4$						
	Л502	Л1502	ПЭ-ГС	Л1502	Л2102	Л2502	Л3502-2Б-20
расчета	115,4	82,3	78,9	68,6	58,4	53,5	45,0
эксперимента	115	83	80	71	59	55	44
$\delta_x = \frac{\Delta x}{X_{meas}} \cdot 100\%$	0,32	0,9	1,42	3,4	0,99	2,82	2,11

В результате проведенных исследований установлена возможность прогнозирования упруго-деформационных характеристик полиуретанового связующего композиционных полимерно-волокнистых материалов типа ПуВКМ на базе закономерностей «состав – свойство», описывающих влияние исходных веществ, используемых на стадиях получения предполимера и синтеза полимерного продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левкин А.А., Арбузова А.А. Перспективный ассортимент полимерно-волокнистых материалов прокладочного назначения для парадной и повседневной форменной одежды сотрудников ГПС МЧС России // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной году пожарной охраны. 2017 г.
2. Kornilova N., Arbuzova A., Koksharov S., Shukla A., Mundkur S. Development of reinforced interlining materials to regulate elastic properties // Indian Journal of Fibre & Textile Research. Vol.42(2). June 2017. pp.150-159.
3. Арбузова А.А. Прогнозирование свойств армирующего полимерно-волокнистого композиционного материала для получения формоустойчивого швейного изделия методами компьютерного моделирования // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2015. Т. 1. № 1-1 (1). С. 113-117.
4. Арбузова А.А. Повышение формоустойчивости полочки мужского пиджака с применением композиционных материалов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иван. гос. текстил. акад. (ИГТА). Иваново, 2010.
5. Комарова А.А., Корнилова Н.Л., Жаров А.И. Модификация ассортимента прокладочных материалов // Швейная промышленность. 2009. № 4. С. 39-40.

УДК 544.03

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ КАРБОНИЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ С УГЛЕРОДНЫМ СОРБЕНТОМ

С. О. Гаврилов, Д. Л. Гурина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Работа посвящена исследованию особенностей межмолекулярных взаимодействий карбонильных соединений с фрагментом углеродного сорбента квантово-химическим методом. Показано, что ацетон преимущественно взаимодействует с концевыми группами сорбента посредством водородных связей, энергия образования водородносвязанного комплекса посредством карбоксильной группы, превышает энергию образования комплекса через атом водорода гидроксильной группы.

Ключевые слова: углеродный сорбент, межмолекулярные взаимодействия, квантово-химический метод

STUDY OF INTERMOLECULAR INTERACTIONS OF A CARBONYL COMPOUND WITH CARBON SORBENT

S.O. Gavrilov, D. L. Gurina

The work is devoted to the study of the features of intermolecular interactions of carbonyl compounds with a carbon sorbent fragment by the quantum chemical method. It is shown that acetone predominantly interacts with the end groups of the sorbent through hydrogen bonds, the energy of formation of the hydrogen-bound complex by means of the carboxyl group exceeds the energy of complex formation through the hydrogen atom of the hydroxyl group.

Keywords: carbon sorbent, intermolecular interactions, quantum-chemical method

На сегодняшний день не существует полностью безотходных технологий. Сточные воды являются неизбежным результатом как хозяйственно-бытовой, так и производственной деятельности людей. Загрязнения попадают в грунтовые воды, в реки, моря и океаны, где затем концентрируется целое многообразие вредных веществ. Остановимся подробнее на производственных сточных водах. Количественный и качественный состав таких стоков отличается большим многообразием и зависит от отрасли промышленности, ее технологических процессов. Сточные воды классифицируют в зависимости от состава на три группы: воды, насыщенные неорганическими веществами (в том числе токсическими); воды, содержащие органические соединения; и к третьей группе относят воды, загрязненные смесью неорганических и органических примесей. Источником стоков первой группы, в которых содержатся кислоты, щелочи, соединения мышьяка, ионы тяжелых металлов, чаще всего являются горнообогатительные, металлургические предприятия, сульфатные, содовые фабрики. Содержание неорганических примесей в значительной степени влияет на физические свойства воды. Предприятия органического синтеза, нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы и подобные им сбрасывают сточные воды второй группы, в которых обнаруживается значительное количество альдегидов, смол, нефтепродуктов и прочих вредных веществ. В результате интенсификации окислительных процессов (из-за наличия органических примесей) содержание кислорода падает, и ухудшаются органолептические показатели воды. Отметим, что фенол является довольно вредным загрязнителем промышленных вод, поскольку его наличие в стоках резко замедляет процесс их самоочищения водоемов, вода приобретает запах карболки. А альдегиды и кетоны оказывают сильное токсическое действие на живые организмы, изменяют проницаемость клеточных мембран и ингибируют метаболизм. Многие альдегиды проявляют противогрибковые свойства уже при низких концентрациях [1]. Сточные воды третьей группы, обогащенные ионами Pb^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , неорганическими кислотами, поверхностно-активными ве-

ществами, маслами, красителями, смолами сопровождают процессы гальванохимической обработки поверхностей, производство печатных плат электронной техники.

Процесс, используемый для превращения стоков в воду, которая может быть возвращена в водный цикл с минимальным воздействием на окружающую среду или непосредственно повторно использована в технологическом процессе, называется очисткой сточных вод. Утилизация и обезвреживание сточных вод представляется одной из самых важных экологических проблем настоящего времени, и в этом направлении наработано множество разнообразных технологических приемов, в основе которых лежат физико-химические или биохимические процессы деградации вредных компонентов сточных вод. Особенно здесь стоит отметить новые высокоэффективные методы гидротермального водного окисления, которые успешно развиваются в последние годы. Метод сверхкритического водного окисления позволяет значительно повысить эффективность обезвреживания химически опасных веществ и отходов при значительном сокращении продолжительности процесса, в результате которого образуются нетоксичные газообразные или твердые продукты (например, наноструктурные оксиды и соли металлов, имеющие коммерческую ценность). При этом во внешнюю среду попадают уже окончательно обезвреженные вещества. Недостатком данного метода является высокая стоимость оборудования, что связано с необходимостью работы при высоких параметрах состояния, значительно превышающие нормальные. В этой связи широко используемыми остаются физико-химические методы, среди которых выделим адсорбционный. Данный метод позволяет избавиться промышленные воды от фенолов, ароматики, содержащей азот, гербицидов, пестицидов, поверхностно-активных веществ, красителей, нефтепродуктов. Достоинством адсорбционного метода является высокая эффективность, возможность очистки загрязненных вод, содержащих вещества нескольких классов. Наиболее универсальным сорбентом является активированный уголь, который практически не взаимодействует с водой, но имеет сродство с органическими веществами. Более того, при малом времени контакта с водой сорбент имеет высокую адсорбционную емкость, селективность и низкую удерживающую способность при регенерации. Как ранее отмечалось, некоторые органические вещества, находящиеся в стоках второй группы, способны окисляться, и сорбент должен обладать низкой каталитической активностью по отношению к реакциям окисления. Эффективность углеродных сорбентов зависит не только от описанных выше свойств, но и от структуры углеродной поверхности, а именно от наличия на ней определенных функциональных групп. Одним из способов регулирования адсорбционной активности углеродных сорбентов по отношению к тому или иному виду примесей является модификация сорбента различными функциональными группами: карбоксильными, карбонильными, гидроксильными и другими. В работе [2] авторы исследовали влияние наличия различных функциональных групп на адсорбцию альдегидов, кетонов и их смесей для семи видов углеродных сорбентов, отличающиеся природой, способом и степенью активации: природный бурый уголь (БУ); ионообменная смола КУ-1; природные материалы, прошедшие минимальную термическую или химическую обработку – сульфуголь (СУ), древесный уголь (ДрУ); промышленные активные угли различных марок и направлений использования – АУ, ОУ-А, АГ-2. Было показано, что на адсорбцию карбонильных соединений существенное влияние оказывает наличие кислотных и карбонильных групп на поверхности углеродного сорбента. Кроме того, обнаружено, что возрастание числа карбоксильных групп на поверхности способствует увеличению селективности при адсорбционном извлечении кетонов на углеродном сорбенте. Несмотря на богатый экспериментальный материал, полученный авторами, объяснений природы наблюдаемых закономерностей на молекулярном уровне не представлено. Поэтому актуальной задачей является исследование особенностей межмолекулярных взаимодействий углеродных сорбентов, модифицированных различными функциональными группами, с молекулами органических соединений квантово-химическими методами.

В своей работе авторы [2] приводят модель молекулярной структуры фрагмента углеродного сорбента. С использованием программного пакета Avogadro нами был смоделирован данный фрагмент. Однако при проведении геометрической оптимизации, оказалось, что такая структура является неустойчивой. Поэтому, взяв за основу модель из [2], мы модифицировали

структуру фрагмента углеродного сорбента. Оптимизацию геометрии фрагмента углеродного сорбента проводили с использованием полуэмпирического метода РМЗ, реализованного в программном пакете HyperChem. На рис. 1 представлена оптимизированная молекулярная структура с оптимальными значениями длин связей.

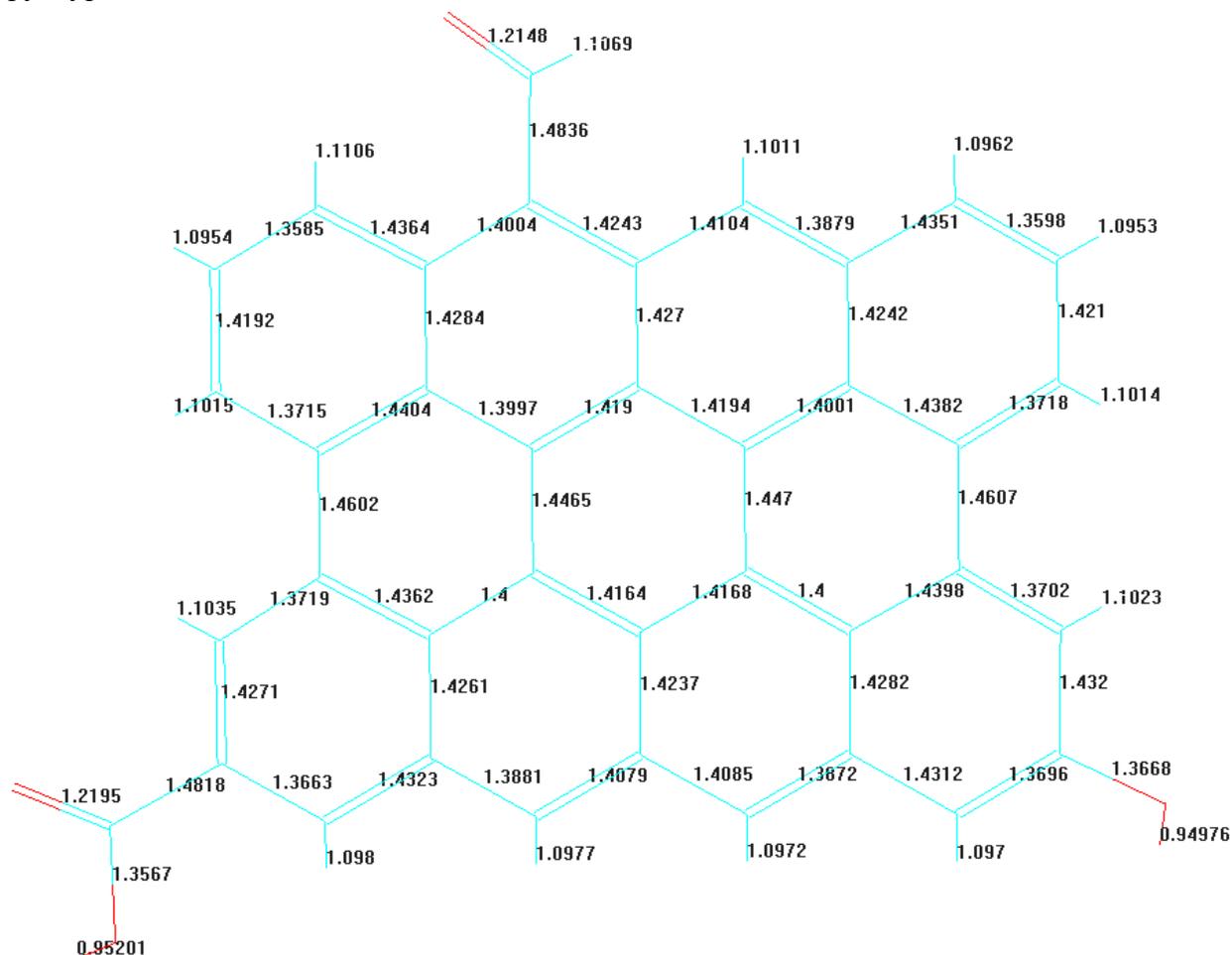


Рис. 1. Структура фрагмента углеродного сорбента со значениями длин связей (Å), оптимизированная методом РМЗ.

В качестве загрязняющего вещества был выбран простейший кетон – ацетон. Была проведена оптимизация двойных комплексов углеродный фрагмент – ацетон, один из которых был образован посредством образования водородной связи с карбоксильной группой сорбента, а другой – посредством атома водорода гидроксильной группы. После оптимизации комплексов был проведен расчет их энергии. Далее была рассчитана энергия образования комплекса с использованием соотношения: $E_{\text{обр.комп.}} = E_{\text{комп.}} - E_{\text{ацет.}} - E_{\text{сорб.}}$ ($E_{\text{комп.}}$, $E_{\text{ацет.}}$, $E_{\text{сорб.}}$ – энергии комплекса, ацетона и сорбента, соответственно). Получили, что энергия образования комплекса сорбент-ацетон через карбоксильную группу (-31,2 кДж/моль), выше чем энергия образования комплекса через гидроксильную группу (-28,9 кДж/моль). Данный результат согласуется с выводом авторов [2], о влиянии количества карбоксильных групп на степень извлечения кетонов из раствора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вредные химические вещества. Галоген- и кислородсодержащие органические соединения: справ. изд. Бандман А.Л., Войтенко Г.А., Волкова Н.В. и др.; под ред. В.А. Филова и др. – СПб.: Химия, 1994. – 688 с.
2. Изучение возможности адсорбционного извлечения карбонильных соединений с использованием углеродных сорбентов. Озерова Л.А., Солдатов А.И. Вестник ЮУрГУ. 2012. № 1. С. 35-43.

УДК 614.841.41

**К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРМООКСИЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ
ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
НАУЧНЫХ ОСНОВ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ**

Н. Ш. Лебедева, Е. Г. Недайводин, С. Д. Сухих
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Исследование термоокислительной деструкции полимерных материалов, в целях повышения свойств строительных материалах от воздействия высоких температур.

Ключевые слова: горение, термоокислительная деструкция, полимер, строительный материал, огнестойкость

**FOR THE STUDY OF THERMO-OXIDATIVE DEGRADATION OF POLYMER
BUILDING MATERIALS FOR THE CREATION OF SCIENTIFIC BASES OF INCREASE
OF FIRE RESISTANCE OF MATERIALS**

N. Sh. Lebedeva, E. G. Nedayvodin, S. D. Sukhikh

The study of thermooxidative destruction of polymeric materials to enhance properties of building materials from exposure of high temperatures.

Keywords: combustion, thermooxidative destruction, polymer, building material, fire resistance

Статистические данные о пожарах показывают, что с каждым годом количество пожаров и их последствий от них становится меньше, тем не менее опасность этого явления растет. Строят различные объекты из самых различных строительных материалах, свойства которых до конца не изучены и при возможном загорании могут стать причиной гибели людей.

Осуществляемые в стране меры по повышению качества строительства в условиях снижения его стоимости определяют появление новых архитектурно-конструктивных схем устройства зданий и сооружений, применение новых полимерных строительных материалов и технологий. Многие из предлагаемых на строительном рынке полимерных материалов наряду с долговечностью, практичностью, недорогой ценой обладают высокой пожарной опасностью и существенно влияют на динамику развития пожара.

Современное развитие полимерной и нанохимии, создание новых строительных материалов, обуславливает необходимость усовершенствования экспериментальных методов, их унификации и стандартизации, разработки и усовершенствования методов прогнозирования показателей пожаровзрывоопасности, учета специфических условий процессов технологии.

К настоящему времени прослеживаются следующие основные проблемы:

1. Низкая точность используемых методов оценки пожароопасности строительных материалов, не согласуемость оценок о принадлежности строительного материала к тому или иному классу горючести, высокий вклад при сертификации так называемого «человеческого фактора».

2. Не корректность или невозможность использования оценочных подходов для категорирования современных полимерных материалов, в том числе с модифицированной поверхностью.

3. Не учет факторов старения, что особенно актуально для модифицированных по поверхности полимеров.

4. Отсутствие методик и подходов, позволяющих осуществить научно обоснованный выбор способа и/или средства повышения огнестойкости строительных полимерных материалов.

Горение полимеров и материалов на их основе являлось предметом пристального внимания исследователей, и интерес к данной тематике только возрастает. По данным поисковых систем, поиск по ключевым словам «burning polymers and polymer materials» только за период 2016-2017г дает более 21 000 статей. На современном этапе развития полимерной химии проблема горючести приобрела всеобъемлющий характер системного поиска высокоэффективных веществ, снижающих горючесть полимерных материалов – антипиренов. Исследования в данном научном направлении развиваются очень интенсивно, как правило, изучается влияние на процессы горения добавок антипиренов [1-5]. На основании полученных данных делается выбор наиболее эффективного соединения. К настоящему времени накоплены обширные сведения, описывающие возможные механизмы действия антипиренов, это может быть химическое взаимодействие с полимером, интумесцентное действие (заключается в комбинации коксообразования и вспенивания поверхности горящего полимера) [6,7]. Образующийся вспененный ячеистый коксовый слой, плотность которого уменьшается с ростом температуры, предохраняет горящий материал от воздействия теплового потока или пламени). Механизм действия антипиренов может заключаться и в самой реакции разложения антипирена, при котором продуктом деструкции является вода, а сама реакция разложения антипирена имеет ярко выраженный эндотермический характер, что приводит к охлаждению субстрата до температур ниже точки воспламенения [8,9]. Образование воды способствует разбавлению горючих газов, выделяющихся при разложении, ослабляет действие кислорода и уменьшает скорость горения. В научной литературе описаны и другие механизмы, основанные на улавливании антипиреном активных радикалов, образующихся при горении полимеров и способствующих распространению пламени [10,11]. Это далеко не полный перечень установленных механизмов действия антипиренов [12-14]. Для широко используемых групп полимеров на основании учета стоимости антипирена и его введения в полимер, эффективности антипирена, сохранении основных свойств полимера при введении антипирена традиционно применяются те или иные антипирены. Например, Красный фосфор является прекрасным антипиреном для гетероцепных полимеров (ПЭТ, ПК, и т.п.). Триарилфосфаты повышают огнестойкость в стиролсодержащих полимерах. Гидроксид алюминия широко применяется в полиолефинах, ПВХ, термоэластопластах, в кислородсодержащих полимерах (ПЭТ, ПБТ, ПА). Как выбрать тот или иной антипирен, даже при условии известного состава полимерного материала -это сложная экспериментальная задача. В том случае, когда полимер модифицирован по поверхности, или материал является композитом, задача существенно усложняется. Специфика термоокислительной деструкции полимерных материалов должна определять способ снижения горючести, однако полное описание химизма процесса горения сложных многокомпонентных систем или материалов на данном этапе практически не возможно. Для описания процессов горения полимеров и полимерных материалов мы предлагаем использовать метод формализованной кинетики. Использование формальной кинетики имеет неоспоримые преимущества, так как позволяет на основании экспериментальных данных термогравиметрического анализа (убыли массы образца при нагревании во времени, скорости убыли массы образца и дифференциального термического анализа) определить стадии термоокислительной деструкции, и, для каждой стадии вычислить полный набор кинетических характеристик процесса и установить ли-

митирующую стадию процесса. Описание процесса горения полимеров с использованием топочимического подхода на каждом этапе термоокисления с позволит установить лимитирующую стадию, которой может быть: сама химическая реакция термоокисления, различные виды диффузии (одномерная, двумерная, трехмерная) как кислорода, так и продуктов реакции, формирование и рост зародышеобразования (реакционных центров) и др.

Знание лимитирующей стадии процесса и определяющих ее условий создает возможности для научно обоснованного выбора антипиренов и разработки рекомендации по снижению пожарной опасности конкретного материала на стадии технологической разработки рецептур или на стадии использования материала (нанесением покрытия, пропиткой и т.п).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lim K. S. et al. A review of application of ammonium polyphosphate as intumescent flame retardant in thermoplastic composites //Composites Part B: Engineering. – 2016. – Т. 84. – С. 155-174.
2. Pappalardo S. et al. The synergistic effect of organically modified sepiolite in intumescent flame retardant polypropylene //European Polymer Journal. – 2016. – Т. 76. – С. 196-207.
3. Wypych G. Handbook of fillers. – Elsevier, 2016.
4. Schartel B. et al. Flame retardancy of polymers: the role of specific reactions in the condensed phase //Macromolecular Materials and Engineering. – 2016. – Т. 301. – №. 1. – С. 9-35.
5. Wang C. et al. Flame-retardant rigid polyurethane foam with a phosphorus-nitrogen single intumescent flame retardant //Polymers for Advanced Technologies. – 2017.
6. Ren Y. et al. Evaluation of intumescent fire retardants and synergistic agents for use in wood flour/recycled polypropylene composites //Construction and Building Materials. – 2015. – Т. 76. – С. 273-278.
7. Vladimirtseva E. L. et al. Flame-retardant finishing of different textiles //Russian Journal of General Chemistry. – 2016. – Т. 86. – №. 2. – С. 460-469
8. Hewitt F., Hull T. R. Mineral Filler Fire Retardants //Fillers for Polymer Applications. – 2017. – С. 329-354
9. Tawfik S. Y. Flame Retardants: Additives in Plastic Technology //Polymers and Polymeric Composites: A Reference Series. – 2017. – С. 1-27
10. Mukherjee A. et al. Free radical induced grafting of acrylonitrile on pre-treated rice straw for enhancing its durability and flame retardancy //Journal of advanced research. – 2017. – Т. 8. – №. 1. – С. 73-83
11. Salmeia K. A. et al. An overview of mode of action and analytical methods for evaluation of gas phase activities of flame retardants //Polymers. – 2015. – Т. 7. – №. 3. – С. 504-526.
12. Salmeia K. A. et al. An overview of mode of action and analytical methods for evaluation of gas phase activities of flame retardants //Polymers. – 2015. – Т. 7. – №. 3. – С. 504-526.
13. Norouzi M., Zare Y., Kiany P. Nanoparticles as effective flame retardants for natural and synthetic textile polymers: application, mechanism, and optimization //Polymer Reviews. – 2015. – Т. 55. – №. 3. – С. 531-560.
14. Salmeia K. A., Gaan S. An overview of some recent advances in DOPO-derivatives: chemistry and flame retardant applications //Polymer Degradation and Stability. – 2015. – Т. 113. – С. 119-134.

УДК 551.2.03

О ГЛОБАЛЬНОЙ УГРОЗЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ СО СТОРОНЫ СОЛНЦА

В. И. Жеребятьев
ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

Приведены результаты, полученные геологической и палеонтологической науками, о сроках и последствиях фаз складчатости земной коры. Анализ этой информации показывает, что вероятность начала очередной фазы складчатости в настоящее время $> 0,6$. Отмечено, что возможной причиной начала фаз складчатости является естественная эволюция Солнца. Показано, что начало фаз складчатости не всегда фатально для жизни на Земле. Обращено внимание на необходимость разработки модели эволюции Солнца на принципах, предложенных автором статьи, с целью уточнения сроков начала очередной фазы складчатости.

Ключевые слова: фаза складчатости, Солнце, нейтронное тело, оболочка Солнца, сброс оболочки

ABOUT THE GLOBAL THREAT TO LIFE ON EARTH FROM THE SUN

V. I. Zherebyatiev

The results obtained by geological and paleontological Sciences, the timing and consequences of phase folding of the earth's crust. The analysis of this information shows that the probability of the beginning of the next folding phase is currently > 0.6 . It is noted that the possible cause of the beginning of geological periods is the natural evolution of the Sun. It is shown that the beginning of folding phases is not always fatal for life on Earth. Attention is drawn to the need to develop a model of the evolution of the Sun on the principles proposed by the author, in order to clarify the timing of the beginning of the next phase of folding.

Keywords: folding phase, Sun, neutron body, shell of the Sun, shell discharge

Геологическая и палеонтологическая науки к настоящему времени выяснили, что Земля претерпевает с течением времени схожие фазы своего развития, получившие название – фазы складчатости (или сдвиговые периоды). Начало этих фаз характеризуется интенсивными сдвиговыми явлениями в земной коре, появлением нехарактерных для Земли химических элементов (редкоземельных химических элементов, урана). Таким образом, начало фаз складчатости сопровождаются многими катастрофическими последствиями – изменениями условий жизни на Земле вплоть до смены состава живых организмов. Причина появления фаз складчатости не выявлена. Согласно проведённым исследованиям [1], за последние 570 млн. лет таких фаз было 12. На рис.1 приведены зависимости длительностей этих фаз, промежутков времени между ними и некоторых других характеристик от времени из [1]. Далее будем называть фазами складчатости длительности этих фаз с промежутками времени между ними. Исследования показывают, что длительность фаз складчатости находится в пределах от 25 до 58 млн. лет. Средняя длительность фаз равна 44,7 млн. лет.

На рис. 2 приведены длительности фаз складчатости (за начало длительности фаз складчатости принято начало фазы складчатости). Фаза складчатости, в которой мы живём, длится уже около 47 млн. лет (на рис. 2 её длительность обозначена горизонтальной линией). Как следует из приведённой информации, большую длительность, чем 47 млн. лет, имели только четыре из наблюдавшихся двенадцати фаз. Это заставляет ожидать начала очередной фазы складчатости, если время считать геологическими мерками, в ближайшее время с вероятностью $> 0,66$.

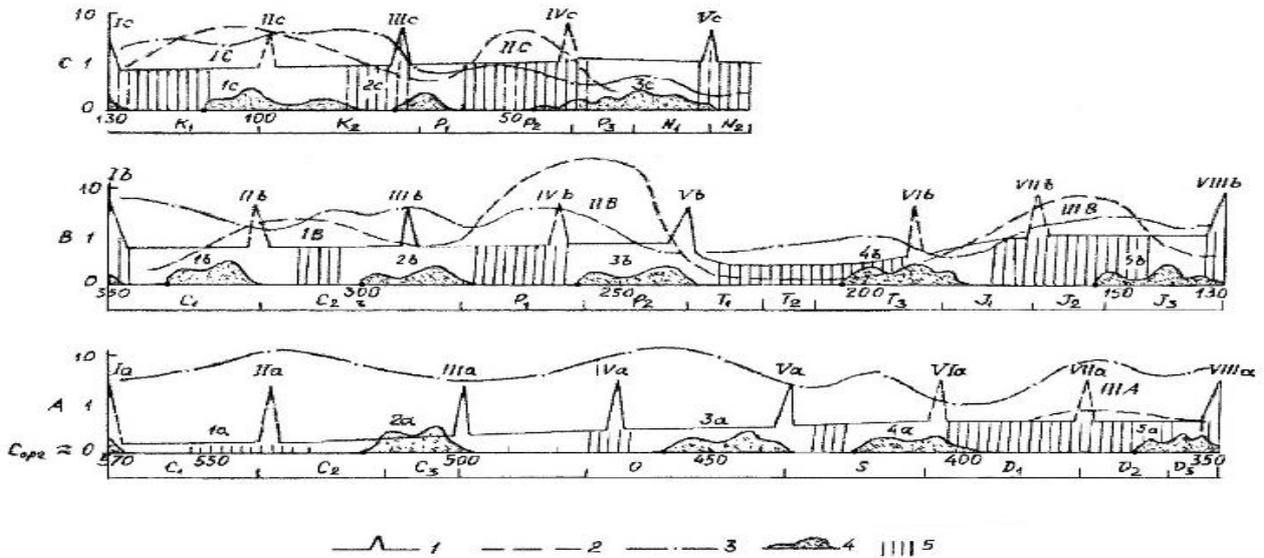


Рис. 1. Периодическая схема накопления органических отложений, обогащенных сапропелевым планктоногенным веществом, фосфором, ураном и другими металлами и их связь с другими геологическими явлениями по результатам геологической науки [1]
 (1 – средняя концентрация органических веществ, %; 2 – интенсивность угленакопления; 3 – изменение площади морей на континентах; 4 – фазы складчатости; 5 – этапы активизации рифтогенеза)

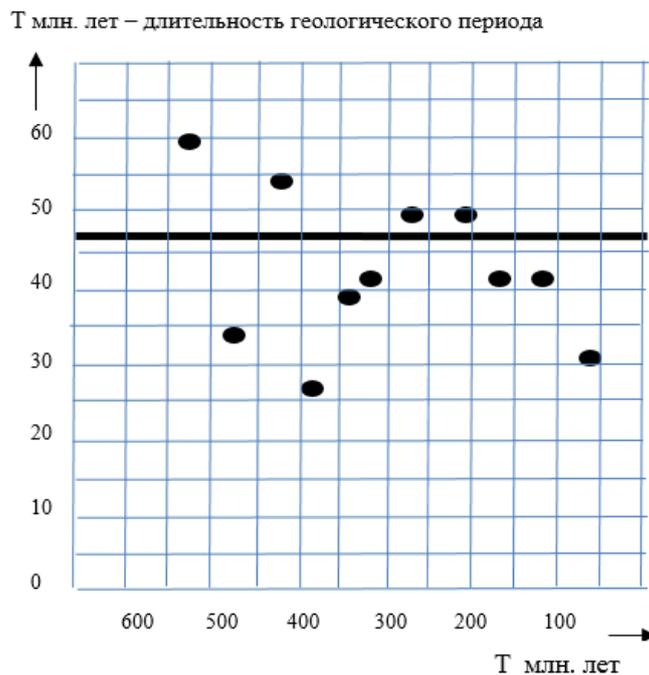


Рис. 2. Зависимость длительности геологических периодов от времени (черные эллипсы – фактическая длительность сдвиговых фаз, красная прямая линия – длительность сдвиговой фазы, в котором мы живем)

Такой вывод требует от человечества, по крайней мере, немедленного проведения тщательных исследований в рассматриваемом направлении. Иначе может так оказаться, что человеческая цивилизация исчезнет. Необходимо выяснить причины начал таких фаз, понять их содержание, оценить последствия начала очередной фазы складчатости для человечества.

В настоящее время только «Физика. Новый взгляд» [2] позволяет довольно обоснованно

ванно связать начала фаз складчатости с процессами, происходящими на Солнце. Других подходящих теорий и гипотез, объясняющих начало фаз складчатости в настоящее время нет. Согласно «Физике. Новый взгляд» Солнце представляет собой неустойчивое нейтронное тело, разлагающееся по своей поверхности на устойчивые атомы. Эти атомы формируют у него оболочку, которая по мере уплотнения становится почти непроницаемой для вновь образовавшихся продуктов распада. Солнце сбрасывает эту оболочку. Часть этих сбросов достигает поверхности Земли и определяет начала фаз складчатости, да и многие последующие явления на Земле. При этом на поверхность Земли привносятся нехарактерные для Земли химические элементы – редкоземельные элементы, уран и др.

Детальная разработка этого направления исследований, интенсивный поиск и разработка других возможных причин начала фаз складчатости крайне необходима, если человечество собирается выжить.

Конечно же, очень важен ответ на вопрос «Когда же может произойти сброс оболочки Солнцем?». Геологическая оценка, приведенная ранее, очень груба. Геологические секунды несравнимы с длительностью человеческой жизни. Возможно, некоторую определенность вносит следующее соображение. В середине 19 столетия на поверхности Солнца были открыты «пятиминутные» волны. В настоящее время уточнение характеристик этих волн привело к 10 – 12 минутному значению. Возможно, это не уточнение, а действительная динамика изменения свойств оболочки Солнца. Тогда время, когда человечество ждет катаклизмы, связанные со сбросом оболочки, наступят довольно скоро и надо спешить.

Не исключено, что такие события, как сброс Солнцем оболочки уже имели место в период существования человечества и описание «КОНЦА СВЕТА» Иоанном Богословом и «солнц» в календаре Майя отражение этих событий.

Конечно, выводы этой работы носят предположительный характер. Однако, поскольку дело касается жизни всего человечества, результаты этой работы должны быть обсуждены самым тщательным образом.

В этой связи естественен вопрос о целесообразности такой работы. Многие склонны считать, что такие угрозы фатальны и ничего более не остаётся, как ждать наступления «апокалипсиса». Однако положение не столь мрачно. Так на рис. 1 приведены результаты исследований по накоплению осадочных веществ на дне морей, роста угленакопления за исследованный период. Результаты исследований показывают, что жизнь на Земле в течение последних 570 млн. лет не прерывалась. Особенно интересен тот факт, что кистеперые рыбы, впервые появившиеся ~ 400 млн. лет тому назад, пережившие, по крайней мере, три таких периода, живут до сих пор. Тоже можно сказать о некоторых насекомых и представителях растительного мира [3]. Это обнадеживает. Из существования жизни на Земле в течение последних 570 млн. лет следует, что, использующиеся в настоящее время модели влияния падения больших метеоритных тел на Землю, скорее всего, некорректны. Вывод о гибели жизни на Земле за счёт выноса в атмосферу больших пылевых масс с дальнейшим существенным и длительным похолоданием трудно совместим с непрерывностью существования растительной жизни на Земле, жизнью кистеперых рыб и некоторых насекомых.

Сценариев развития геологического периода в настоящее время можно придумать очень много. Однако, несомненно, над наиболее вероятными из них необходимо работать, чтобы понять к чему они приводят.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неручаев С.Г. Уран в жизни и истории Земли. – Л.: Наука, 1982.
2. Жеребятьев В.И. Физика. Новый взгляд. Единая модель природы. Глобальные угрозы жизни на Земле со стороны космоса. Монография. – М.: Изд. Академии гражданской защиты МЧС России, 2011.
3. Полный энциклопедический справочник. – М.: Русское энциклопедическое товарищество, 2001.

УДК 537.2

О СТРОЕНИИ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ»

В. И. Жеребятъев

ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

При организации и проведении спасательных работ в МЧС необходимо понимание физических процессов, приведших к чрезвычайной ситуации и физических процессов, которые могут возникнуть при ликвидации ее последствий. Одним из разделов физики, способствующих такому пониманию, является электростатика. Однако, как показано в статье, изучение свойств электростатических полей не завершено. В частности вызывает сомнение объяснение сути картин расположения мелкодисперсных материалов в электростатических полях. В статье представлены результаты критического анализа известных картин распределения мелких сыпучих частиц в электрических полях. Показано, что расположение этих частиц не соответствует, имеющей место в физике, трактовке. Разрешение этих сомнений может дать дополнительные возможности при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: электрическое поле, мелкие сыпучие частицы, электрические силовые линии, элементарный электрический заряд

ON THE STRUCTURE OF THE «ELECTRIC FIELDS»

V. I. Zherebyatiev

During the organization and conduct of rescue operations in emergency situations need to understand the physical processes that led to the emergency and physical processes that may occur during liquidation of its consequences. One of the branches of physics in facilitating such understanding is electrostatics. However, as the article shows, the studies of the properties of electrostatic fields are not completed. In particular doubt as to the explanation of the essence of paintings location of fine-dispersed materials in electrostatic fields. The article presents the results of a critical analysis of famous paintings distribution of small granular particles in electric fields. It is shown that the location of these particles is not consistent in physics, interpretation. The resolution of these doubts can provide extra capacity for prevention and liquidation of emergency situations.

Key words: electric field, small bulk particles, electric power lines, the elementary electric charge

При организации и проведении спасательных работ в МЧС необходимо понимание физических процессов, приведших к чрезвычайной ситуации и физических процессов, которые могут возникнуть при ликвидации ее последствий. Одним из важных разделов физики является электростатика. Однако, как показано далее, изучение свойств электростатических полей не завершено. В частности вызывает сомнение объяснение сути картин расположения мелкодисперсных материалов в электростатических полях. Разрешение этих сомнений может дать дополнительные возможности при предупреждении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Типичные картины, возникающие при проведении экспериментов с размещением на плоских поверхностях непроводящих тел сыпучих мелкодисперсных материалов в электрических полях и трактуемые как визуализация действия электростатических полей, представлены на рис. 1 [1,3,4,5]. Известно, что при кристаллизации в указанных условиях также возникают подобные структуры. Несмотря на то, что подобные эксперименты ставились, начиная со второй половины XXVIII века, и описаны во многих учебниках, при тщательном их рассмотрении удалось установить ряд их новых закономерностей. Дело в том, что эксперименты исследователей, обнаруживших эффект упорядоченного расположения частиц сыпучих материалов в электрических полях и объяснивших это их электризацией и дальнейшим выстраиванием вдоль силовых линий, подробно проводились только в полях, созданных разноимёнными зарядами.

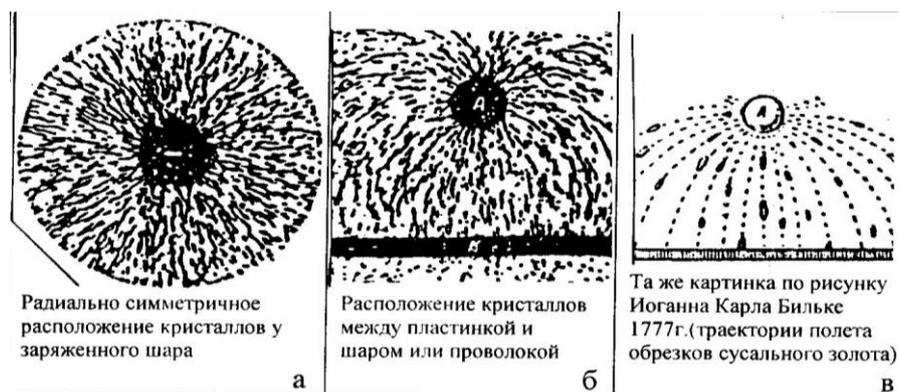


Рис. 1. Примеры расположения сыпучего материала в различных электрических полях [3]

На полях, созданных зарядами одного знака, таких исследований практически не проводилось из-за того, что картины получались «размытыми». Эта особенность картины силовых линий вплоть до настоящего времени не получила достаточного объяснения, и можно предположить, что она является следствием некоторых свойств электрических зарядов, которые не получили должного внимания.

На рис. 2а представлены результаты экспериментов, выполненных автором по размещению мелкодисперсного гипса и кристаллов ванилина в присутствии электростатических полей в одинаковых условиях. Из рисунков видно, что структуры, получающиеся при наличии двух разноимённых зарядов, повторяют картины, приведённые в литературе по электростатике (рис. 2д). В то же время при анализе картин, возникающих при наличии только отрицательного (рис. 2а) или только положительного заряда (рис. 2б) видно, что частицы упорядочены различным образом.

Влияние отрицательного заряда наблюдается на значительно большем расстоянии от него, чем положительного заряда той же величины. Картины, формируемые двумя отрицательными и двумя положительными зарядами (рис. 2в, 2г), также отличаются друг от друга. При двух отрицательных зарядах их влияние на расположение частиц заметно более существенно, чем при двух положительных. Кроме того, и это очень важно, не наблюдается разворота частиц по полю, которое предполагается во всех работах, описывающих подобные картины (рис. 2е) [3,4]. Таким образом, исследование свойств электрических полей нельзя считать законченным. Нужны новые гипотезы и исследования.

Возможное объяснение наблюдаемых эффектов представлено автором в [6], где предложена принципиально новая физическая модель «элементарного электрического заряда», основанная на более гибком представлении о его форме и размерах.

В ней допускается, что электрическое поле конечно, элементарные электрические заряды представляют собой конечные тела типа бесцветных надувных шаров, оболочек которых мы не видим, и они обладают свойствами близкими к свойствам таких шаров. В этом случае поле, создаваемое зарядом одного знака (элементарные электрические заряды прикреплены к носителю заряда) формируют структуру похожую на структуру, приведенные на рис. 1а, а мелкодисперсные тела располагаются между телами зарядов. В частности, допускается, что при взаимодействии разноименных зарядов концы их замыкаются, в результате чего формируется сетка в виде «длинных щелей». Мелкодисперсные материалы размещаются вдоль этих щелей, что и демонстрируют подобные картины.

Материал настоящей статьи, в частности, показывает, что эксперименты, с применением мелкодисперсных материалов в электрических полях в силу своей простоты и возможности их дальнейшего углубления целесообразно использовать при организации учебной и научной работы студентов различных направлений подготовки [7].

При проведении экспериментов использовался высоковольтный источник постоянного тока напряжением 5 кВ, пластины плексигласа толщиной 4 мм и размером 40x40 см, медные электроды диаметром 4 мм, строительный гипс и пищевой ванилин. При работе с одним электродом отверстие для электрода просверливалось в центре пластины, при работе с двумя элект-

тромами – по диагонали в 2,5 см от центра. Мелкодисперсный материал размещался на пластине тонким слоем, после чего включалось напряжение и производилось легкое постукивание пальцем по пластине в течении 20 с для снижения воздействия трения.

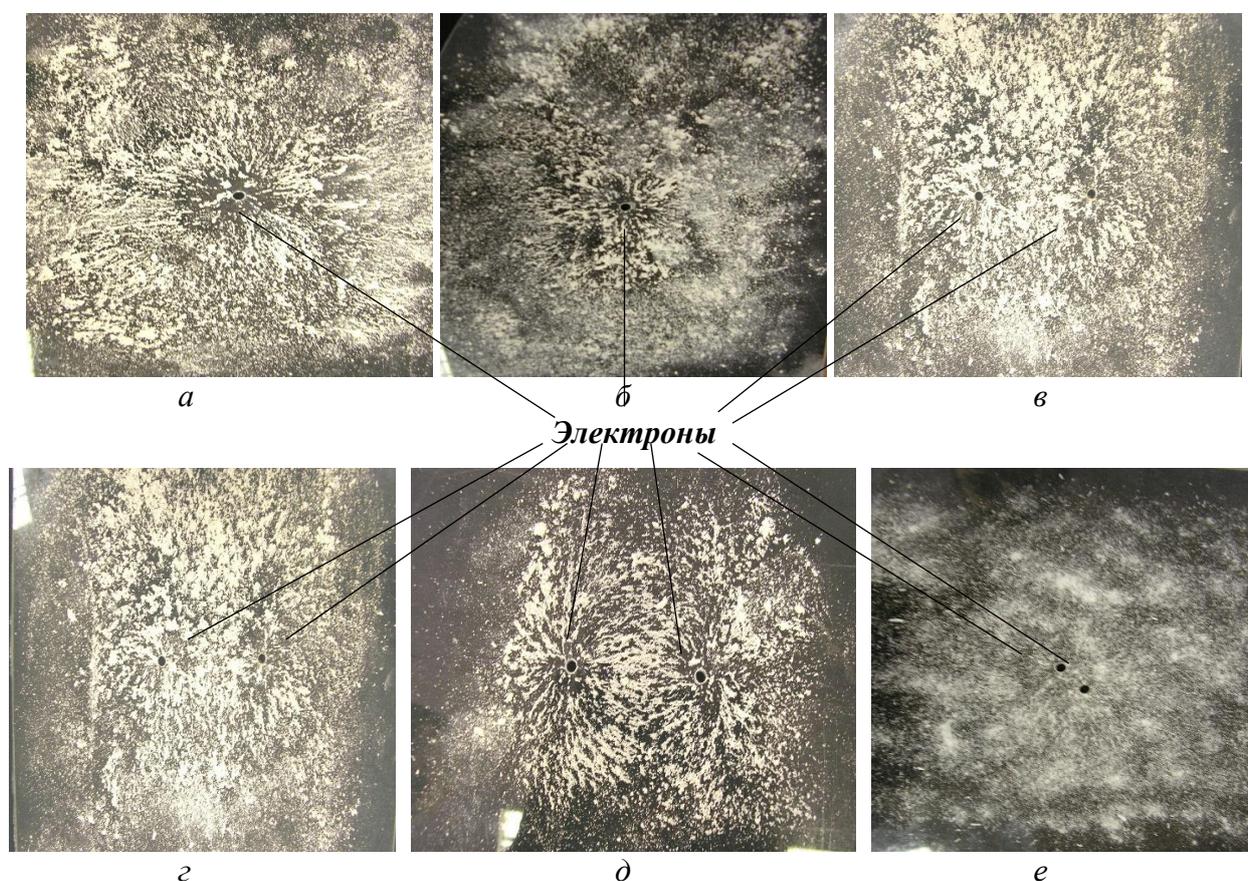


Рис. 2. Фотографии расположения частиц гипса
а – вокруг отрицательного заряда, *б* – вокруг положительного заряда, *в* – вокруг двух положительных зарядов, *г* – вокруг двух отрицательных зарядов, *д* – вокруг разноимённых зарядов, *е* – вокруг двух отрицательных зарядов (кристаллы ванилина).

В заключение следует отметить, что электростатические явления в значительной степени определяют направление распространения горения и расположение и движение мелкодисперсных частиц в пространстве, которые в значительном количестве возникают при пожарах и при спасательных работах. Именно поэтому уточнение свойств электрических полей может дать дополнительные возможности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физический энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1983.
2. Савельев В.И. Курс общей физики, т.2 – С-пб: Лань-Пресс, 2006.
3. Поль Роберт Вихард. Учение об электричестве. – М.: Физматгиз, 1962.
4. Томсон Дж. Дж. Электричество и материя. – М-Л, 1928
5. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 2008.
6. Жеребятьев В.И. Физика. Новый взгляд. Глобальные угрозы жизни на Земле, связанные с влиянием космоса и другие приложения. – М.: Изд. АГЗ МЧС России, 384 с., 1997.
7. Булгаков В.И., Жеребятьев В.И. Эксперименты по оптике и электричеству в курсе физики как темы научно-исследовательских работ обучающихся в академии гражданской защиты //Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – Химки: Изд. АГЗ МЧС России, № 2(3) 2008, с.75-77.

УДК 53.02; 533

О СУТИ ЭНЕРГИИ

В. И. Жеребятьев

ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

В статье обращено внимание на то, что до настоящего времени нет единого понятия энергии. Показано на примере исследования скорости распространения звука в различных средах, что энергия эквивалентна пространству.

Ключевые слова: энергия, скорость звука, плотность, объем, идеальные газы

THE ESSENCE OF ENERGY

V. I. Zherebyatiev

The author draws attention to the fact that to date there is no unified concept of energy. Shown on the example of studying the speed of sound in various media, that energy is equivalent to space.

Keywords: energy, speed of sound, density, volume, ideal gases

Слово энергия используется всеми. Однако никто не понимает, что же это такое. Понимание сути энергии, возможно, позволит более грамотно понять процессы распространения огня и его тушения при пожарах.

Что же такое энергия?

В физическом энциклопедическом словаре [1] энергия определяется как “общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи”. Говорится о законе сохранения энергии, т.е. о том, что энергия не появляется и не исчезает, а переходит из одного вида в другой.

В настоящее время, в самом общем виде, можно считать, что энергия это «нечто», что позволяет перевести природу из одного состояния в другое.

Попробуем понять, что же такое это «нечто». Для этого воспользуемся имеющимися представлениями о скорости звука в различных средах.

Опыт показывает, что квадрат скорости распространения звука для газов описывается выражением

$$a_g^2 = (\chi p) / \rho, \quad (1)$$

где a_g – скорость звука в газах, м/с; $\chi = c_p / c_v$ – отношение теплоемкости при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме; R – газовая постоянная; Дж/кг К; T – абсолютная температура, К; ρ – плотность газа, кг/м³; p – давление газа, Н/м².

Подобные соотношения справедливы для скорости распространения звука в жидкостях и твердых телах (стержнях):

$$a_l^2 = K / \rho, \quad (2)$$

$$a_s^2 = E / \rho, \quad (3)$$

где a_l , a_s – скорости распространения звука в жидкостях и твердых телах, м/с, соответственно; K , E – модуль всестороннего сжатия и модуль упругости, Н/м², соответственно.

Правые части этих выражений, размерность которых Нм/кг, можно толковать двумя способами, а именно как величину энергии, приходящейся на ρ кг среды и как количество энергии в 1 м³ среды, так как ρ кг среды занимают именно 1 м³. Хотя первое толкование сути правых частей более естественно и согласуется со «здравым смыслом», второе толкование

тоже имеет право на жизнь. Оно позволяет перейти к выражению скорости звука через объём, занимаемый одной структурной единицей среды, т.е. понять, не объём ли занимаемый структурной единицей определяет её энергию.

Действительно, с одной стороны, с точки зрения энергосодержания структурной единицы среды, учитывая, что число структурных единиц среды в ρ кг определяется соотношением

$$n = \rho A / M \quad (4)$$

где A – число Авогадро, M – молярная масса структурной единицы среды,

Выражение (3), например, можно записать в виде

$$a^2 = (EA/M) / n = E_p / n, \quad (5)$$

т.е. на каждую структурную единицу среды приходится $E_p = EA/M$ энергии. Такое толкование не даёт возможности дальнейшей детализации результата.

С другой стороны, каждая структурная единица среды занимает объём $V_{эл} = 1/n$ и, следовательно, в каждом таком объёме содержится $E_p = EA/M$ энергии. Более того, поскольку объём занимаемый структурной единицей определяет объём приходящийся в этой структурной единице на электроны (так для газов объём ядра составляет $\sim 10^{-21}$ часть объёма структурной единицы среды), то можно вычислить количество энергии приходящейся на объём отнесённый к одному электрону, т.е. энергосодержание объёма, приходящегося на один электрон. Есть основания предположить, что это энергосодержание и определяет скорость звука. Формула, связывающая это энергосодержание с квадратом скорости звука, имеет вид:

$$a^2 = E_p / (Zn) = E_{pp} / Z, \quad (6)$$

где $E_{pp} = E_p / n$, Z – зарядовое число атома (порядковый номер атома в таблице Менделеева).

Проверка этого предположения наиболее естественна и проста на идеальных газах, для которых известно, что структурная единица любого идеального газа занимает в нормальных условиях одинаковый объём и, следовательно, структурная единица любого идеального газа имеет одинаковое энергосодержание. Наличие у разных идеальных газов разного количества электронов, и тот факт, что каждая их структурная единица имеет одинаковое энергосодержание позволяет проверить связь энергосодержания со скоростью звука путём расчёта энергосодержания структурной единицы по экспериментальным данным для одного из идеальных газов, и расчёта скорости звука для других газов путём подстановки вычисленного значения энергосодержания в формулу (6). Расчет скорости звука по формуле (6) и сравнение результатов расчетов с экспериментальными данными [2,3] для трех групп газов близких к идеальным, приведены в табл. 1,2,3. E_p – коэффициенты пропорциональности (E_p для нейтральных газов равно $E_p(1) = 1.878 \times 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$; для двухатомных газов, состоящих из одинаковых элементов $E_p(2) = 1.527 \times 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$; для двухатомных газов, состоящих из разных элементов $E_p(1+1) = 1.583 \times 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$).

Полученные результаты показывают, что именно объём занимаемый структурной единицей определяет её энергосодержание (см. табл. 1,2,3).

В идеальных газах это отмечается прямо пропорциональным ростом квадрата скорости звука с уменьшением числа электронов в структурной единице.

Подобные соображения применимы и при вычислении температур плавления и кипения идеальных газов. Так для них в случае нейтральных газов справедливы соотношения $T_{пл} = E_{пл} Z^{0.5}$; $T_{кип} = E_{к} Z^{0.5}$; где $E_{пл} = 22 \text{ К}$; $E_{к} = 22.62 \text{ К}$.

Таблица 1. Нейтральные газы

Наименование	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Ra
Число электронов в структурной единице	2	10	18	36	54	86
Измеренное значение скорости звука (м/с)	965	433.4	319	224.4	–	–
Расчетное значение скорости звука (м/с)	965	431.5	321.6	227.4	185.7	147.1

Таблица 2. Двухатомные газы, состоящие из одинаковых элементов

Наименование	H ₂ (H)	N ₂	O ₂	Cl ₂
Число электронов в структурной единице среды	2	14	16	34
Измеренное значение скорости звука (м/с)	1284	334	319	206
Расчетное значение скорости звука (м/с)	780 (1351)	334	312.4	214.32

Таблица 3. Двухатомные газы, состоящие из разных элементов

Наименование	CO	NO	HCl
Число электронов в структурной единице	14	15	18
Измеренное значение скорости звука (м/с)	338	324	296
Расчетное значение (м/с)	335.37	324	295.8

Таблица 4.

Наименование	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Ra
Число электронов в структурной единице	2	10	18	36	54	86
Измеренное значение температуры плавления (К)	2	24	84	116	161	202
Расчетное значение температуры плавления (К)	31	69	93	131	161	203
Измеренное значение температуры кипения (К)	4	27	87	120	165	211
Расчетное значение температуры кипения (К)	32	71	96	135	166	210

Для легких газов He, Ne и Ar получаются завышенные значения. Возможно, часть этих различий связана с ошибками экспериментирования.

В твердых телах механизм связи энергосодержания с объемом, пока, менее понятен, хотя общая тенденция очевидна: с ростом числа электронов в структурной единице скорость звука в их средах уменьшается. Сам же объем определяется взаимной «укладкой» атомов, и она индивидуальна в каждом конкретном случае.

Следует отметить, что при таком подходе к сути и месте энергии приходится перестраивать «здоровый смысл». Согласно здравому смыслу энергия сжатого газа, сжатой пружины находится «внутри» них. Согласно приведенным рассуждениям из сжатого газа и пружины «выдавлена» энергия и при их расширении и изменении формы энергия поступает в них из окружающей среды. Хотя это и необычно, однако так получается.

Изложенное представление о сути и месте энергии позволяет сделать непротиворечивые выводы о строении окружающего нас пространства и некоторых его свойствах. Так из-за справедливости закона сохранения энергии следует вывод о том, что оно замкнуто. «Выдавленная» энергия не теряется, а поступает в «некоторый резервуар» - замкнутое пространство, в котором размещается наша Вселенная и направляется из него в то или другое место для устранения «неравновесности», точнее, «энергетической неравноплотности».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физический энциклопедический словарь. - М.: Сов. энциклопедия, 1983.
2. Физические величины.- Справочник под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова: М., Энергоатомиздат, 1991.
3. Жеребятьев В.И. «Физика. Новый взгляд. Единая модель природы. Глобальные угрозы жизни на Земле со стороны космоса - М.: Изд. Академии гражданской защиты МЧС России, 2011.

УДК 544.355 – 122: 532.00

ОБЗОР МЕТОДОВ АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ СМЕСЕЙ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Проведен обзор расчетных методик для прогнозирования температуры вспышки смесей горючих жидкостей. Расчетные методы определения показателей пожарной опасности позволяют значительно сократить объем эксперимента, выявить недостоверные величины в эксперименте и в тех случаях, когда специалисты не располагают соответствующим лабораторным оборудованием.

Ключевые слова: температура вспышки, горючая смесь, межмолекулярные взаимодействия, смешанные растворители, расчетные методики

REVIEW OF THE METHODS OF THE ANALYTICAL DETERMINATION OF THE FLASH TEMPERATURE OF FLUID FLUID MIXTURE FLUIDS

T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

An analysis of calculation methods for predicting the flashpoint of mixtures of combustible liquids is given. Calculated methods for determining fire hazard indicators can significantly reduce the scope of the experiment, identify unreliable values in the experiment and help in cases where specialists do not have the appropriate laboratory equipment.

Keywords: flash temperature, combustible mixture, intermolecular interactions, the mixed solvents, settlement techniques

Значения показателей пожарной опасности применяют для характеристики пожарной опасности жидкостей и их смесей, включая эти данные в стандарты и технические условия на вещества; при определении категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с требованиями норм технологического проектирования, при разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности и взрывобезопасности.

Однако определение свойств смешанных растворителей требует проведения большого количества экспериментов. Поэтому важной задачей является разработка методик расчета свойств смесей на основе свойств их компонентов.

Значимыми факторами для оценки пожароопасных свойств растворителей являются те, которые определяют условия образования горючей среды, скорость процесса горения, а также условия инициирования горения.

Поскольку процессы воспламенения и горения жидкостей протекают в газовой фазе, состав которой определяется температурой жидкости, в качестве характеристик горения приняты следующие показатели:

- температура вспышки;
- температура воспламенения;
- температура самовоспламенения;
- температурные пределы распространения пламени;
- скорость выгорания.

Из указанных показателей, характеризующих пожарную опасность жидкостей, подробнее рассмотрим температуру вспышки (далее $t_{всп}$), т.к. по $t_{всп}$ идет классификация жидкостей

по пожарной опасности и связанные с ней концентрационные пределы распространения пламени. Температуру вспышки веществ определяют как расчетным методом, так и экспериментальным.

Методы расчёта $t_{всп}$ смесей горючих жидкостей описаны в ГОСТ [1].

$$\sum_{i=1}^n X_i \exp \left[\frac{\Delta_{исп} H_i^T}{R(t_{всп,i} + 273.15)} - \frac{\Delta_{исп} H_i^T}{R(t_{всп,см} + 273.15)} \right] = 1 \quad (1)$$

где x_i — мольная доля i -го компонента в жидкой фазе; $\Delta_{исп} H_i^T$ — мольная теплота испарения i -го компонента, кДж/моль; $t_{всп,i}$ — температура вспышки i -го компонента, °С; R — универсальная газовая постоянная.

Величина $\Delta_{исп} H_i^T / R$ может быть рассчитана по интерполяционной формуле (2).

$$\Delta_{исп} H_i^T / R = -2918,6 + 19,6 (t_{кип,i} + 273) \quad (2)$$

где $t_{к,i}$ — температура кипения i -го компонента, °С.

Средняя квадратическая погрешность расчета по формуле (1) составляет 9°С.

Если известна зависимость давления насыщенных паров от температуры для каждого из компонентов, то температура вспышки смеси $t_{всп см}$ (°С) рассчитывается по формуле

$$\sum_{i=1}^k \left[x_i 10^{a_i} (1642 - Q_i) / (1642 - Q_{см_i}) \right] = 1, \quad (3)$$

где $a_i = B_i (\theta_{см_i} - \theta_i) / \theta_{см_i} \cdot \theta_i$; $\theta_i = t_{всп_i} + C_{A_i}$; $\theta_{см_i} = t_{всп см} + C_{A_i}$; B_i, C_{A_i} — константы уравнения Антуана для i -го компонента.

Средняя квадратическая погрешность расчета по формуле (3) составляет 11°С.

Температура вспышки бинарных смесей жидкостей $t_{всп см}$, принадлежащих к одному гомологическому ряду, n -спиртов или сложных эфиров нормального строения (°С) рассчитывается по формуле (4).

$$t_{всп см} = t'_{всп} + \Delta [x + (m - 1)(x')^m] \quad (4)$$

где $t'_{всп}$ — температура вспышки легкокипящего компонента, °С; Δ — гомологическая разность по температуре вспышки в рассматриваемом ряду, °С; x — массовая доля высококипящего компонента в жидкой фазе; m — разность между числом углеродных атомов компонентов смеси; x' — коэффициент, учитывающий нелинейный характер зависимости $t_{всп}$ от x .

Средняя квадратическая погрешность расчета по формуле (4) превышает на 2°С погрешность $t'_{всп}$.

Обзор более совершенных существующих методов расчета температуры вспышки смесей жидкостей сделан авторами работы [2].

Математически, температура вспышки — температура, при которой давление насыщенного пара эквивалентно составу $\varphi_{н,i}$ (LFL):

$$\varphi_{н,i} = \frac{P_{всп,i}^{нас}}{P} \quad (5)$$

где $P_{всп,i}^{нас}$ является давлением насыщенного пара при температуре температуры вспышки, и P — окружающее давление.

Уравнение (6) устанавливает отношение между свойствами воспламеняемости $\varphi_{н,i}$ и $t_{всп}$. Термодинамически, отношение между идеальным паром и неидеальной жидкостью представлено условием равновесия, представляют в уравнении (6):

$$y_i P = x_i \gamma_i P_i^{нас} \quad \text{или} \quad y_i = \frac{x_i \gamma_i P_i^{нас}}{P} \quad (6)$$

где x_i , y_i , γ_i и $P_i^{нас}$ являются мольной долей в жидкости, мольной долей в паре, коэффициентом активности в жидкости компонента i , и ее давлением насыщенного пара при температуре T , соответственно.

Правило Ле-Шателье для огнеопасной паровоздушной смеси двух компонентов:

$$\frac{y_1}{\varphi_{n,1}} + \frac{y_2}{\varphi_{n,2}} = 1 \quad (7)$$

где y_1 и y_2 являются мольными долями в паре компонентов 1 и 2, и $\varphi_{n,1}$ и $\varphi_{n,2}$ являются нижними пределами воспламенения компонентов 1 и 2. Детали о происхождении уравнения (11) даны авторами работы [3].

Температура вспышки двойной смеси может быть оценена моделью, развитой Лиу, и др. [4]:

$$\frac{x_1 \gamma_1 P_1^{нас}}{P_{1,Всп}^{нас}} + \frac{x_2 \gamma_2 P_2^{нас}}{P_{2,Всп}^{нас}} = 1 \quad (8)$$

где x_i , γ_i , $P_i^{нас}$, и $P_{всп,i}^{нас}$ являются мольной долей в жидкости, коэффициентом активности в жидкой фазе, давлением пара при температуре T и давлением пара при температуре вспышки компонента смеси, соответственно.

В работе [5] развит графический метод, чтобы вычислить температуры вспышки многокомпонентных смесей углеводорода от температур вспышки и концентраций отдельных компонентов. Этот метод базируется при условии, что отношения температуры и давления пара известны и что системы подчиняются законам Рауля, Дальтона и Ле-Шателье. Этот метод работает хорошо для смеси углеводородов.

Авторы [6] вычислили температуру вспышки различных двойных смесей, используя уравнения Ле-Шателье и Уолшема. Некоторые из смесей, которые они рассматривали, были толуол - этанол, гексан - этанол и этанол - n-пропанол.

В работе [7] модель авторов [6] приведена к более простому уравнению, игнорируя температурное влияние на температуру вспышки. Авторы [8] использовали полученное уравнение, чтобы оценить температуру вспышки смесей реактивного топлива.

Авторы работы [9] показали, что групповой метод UNIFAC применим для предсказания температур вспышки двойных и многокомпонентных жидких смесей. Методология следующая:

1. Определить температуру точки вспышки, находя температуру, которая удовлетворяет условию

$$\sum_i \frac{p_i}{L_i} = 1, i = 1, 2, \dots, N \quad (9)$$

где p_i - фактическое парциальное давление компонента i в паро - воздушной смеси, которая находится в равновесии с жидкой смесью. L_i - парциальное давление в газовой-воздушной смеси.

2. Определить пределы воспламеняемости, при изучаемой температуре используя уравнение Зибатекиса (10).

$$\varphi_{n,i}(t) = \varphi_{n,i}(25) - \frac{0.182(t - 25)}{Q_{n,i}} \quad (10)$$

где $\varphi_{n,i}(t)$ и $\varphi_{n,i}(25)$ (в кПа) являются нижним пределом воспламенения при t (в °C) и 25°C, соответственно. $Q_{n,i}$ - низшая теплота сгорания чистого компонента i в кДж/моль.

3. Определить парциальное давление

$$p_i = x_i \gamma_i p_i^s \quad (11)$$

где p_i - парциальное давление, соответствующее паро - жидкостному равновесию при температуре T , x_i - мольная доля компонента i , γ_i - коэффициент активности, и p_i^S - давление пара компонента i при температуре T . Давление пара чистого компонента может быть вычислено по уравнению Антуана (12).

$$\log p_i^S = A_i - \frac{B_i}{T + C_i} \quad (12)$$

4. Определите коэффициенты активности, используя метод UNIFAC.

Методика расчета авторов работы [11] основана на использовании индексов точки вспышки для компонентов в смеси в пропорции к их объемным фракциям.

Макговерн [12] изучил метод для того, чтобы оценить точки вспышки смесей углеводородов и нефтяных продуктов перегонки. Эти смеси обычно неидеальны. Он рекомендовал использовать уравнения Вильсона для описания парожидкостного равновесия, потому что этот метод математически более прост, чем другие более новые методы, такие как UNIFAC.

Анализ методов расчета температуры вспышки смесей горючих жидкостей показал, что все они дают хорошие результаты для смесей, свойства которых близки в идеальным растворам. Для неидеальных - удается достичь таких результатов, только при корректном определении коэффициентов активности компонентов смеси. Но это является само по себе трудоемкой задачей.

Смеси растворов, компоненты которых различаются по физико-химическим свойствам, подчиняются закону Рауля лишь в области малых концентраций. В смесях, при концентрациях компонентов, соизмеримых друг с другом, наблюдаются отклонения от идеальности. Случай, когда парциальные давления паров над смесью больше, чем вычисленные по закону Рауля, называют положительными отклонениями. Если парциальные давления насыщенных паров компонентов меньше вычисленных, то это отрицательные отклонения.

Расчетные методы определения температуры вспышки позволяют сократить количество экспериментов, выявить недостоверные величины в опыте, а также помогают в тех случаях, когда специалисты не располагают соответствующим лабораторным оборудованием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шебеко Ю.Н., Навценя В.Ю., Копылов С.Н., Горшков В.И., Корольченко И.А., Полетаев А.Н., Полетаев Н.Л., Васина О.В., Веревкин В.Н., Белов С.Г. Руководство «Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов» согласовано с ГУГПС МЧС России, исх. № 30/4/1808 от 25.06.2002 г., и утверждено ФГУ ВНИИПО МЧС России 30.08.2002 г.

2. Hristova M., Tchaoushev S. Calculation of flash points and flammability limits of substances and mixtures. // J. University of Chemical Technology and Metallurgy. – 2006. - Vol. 41. - № 3. P. 291 – 296.

3. Mashuga C.V., Crowl D.A., Proc. Safety Prog., 19, 2, 2000, 112-117.

4. Liaw H.J., Lee Y.H., Tang C.L., J. of Loss Prev. in the Proc. Ind., 15, 6, 2002.

5. Affens W.A., McLaren G.W., J. Chem. Eng. Data, 17, 4, 1972, 482-488.

6. Wu D.T., Finkelman R., Organ. Coatings Plastics Chem., 38, 1978, 61-67

7. White D., Beyler C.L., Fulper C., Leonard J., Fire Safety J., 28, 1997, 1-31

8. Gmehling J., Rasmussen P., Ind. Eng. Chem. Fund, 21, 2, 1982, 186-188.

9. Wickey R.O., Chittenden D.H., Hydrocarbon Processing, 42, 6, 1963, 157-158.

10. McGovern J.L., J. Coatings Technol., 64, 810, 1992, 39-44.

11. Liaw H.-J., Chiu Y.-Y. The prediction of the flash point for binary aqueous-organic solutions. // J. Hazard Mater. № 101. 2003. P. 83–106.

12. Есина З. Н., Корчуганова М. Р., Мурашкин В. В. Прогнозирование температуры вспышки бинарных жидких смесей.

УДК: 681.842.(088.8)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЛОШНОСТИ ПОЛИМЕРНОЙ ОБОЛОЧКИ КАПСУЛИРОВАННЫХ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

В. О. Небукин, А. Г. Липин, А. А. Липин
ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

Путем капсулирования зернистых материалов, можно устранять слеживаемость, обеспечивать замедленное выделение активного вещества. Качество проведения процесса капсулирования оценивалось по величине степени покрытия, которая равна доле общей поверхности частиц, покрытой защитной оболочкой. При нанесении тонких полимерных оболочек очень важно определение режимных параметров процесса, обеспечивающих сплошность защитного покрытия. Методика определения степени покрытия основана на сравнительном анализе кривых растворения исходных и обработанных гранул. Показано, что изложенная методика позволяет достоверно прогнозировать степень покрытия частиц в процессе капсулирования и выбирать рациональные параметры процесса.

Ключевые слова: моделирование, капсулирование, степень покрытия, псевдоожиженный слой

ASSESSMENT OF COVER DEGREE IN PARTICULATE MATERIAL ENCAPSULATION

V. O. Nebukin, A. G. Lipin, A. A. Lipin

By encapsulating granular materials, it is possible to eliminate caking, to provide a delayed release of the active substance. The quality of the encapsulation process was evaluated by the degree of coverage, which is equal to the fraction of the total surface area of the particles coated with a protective coating. When thin polymer shells are applied, it is very important to determine the process parameters that ensure the continuity of the protective coating. The method for determining the degree of coating is based on a comparative analysis of the dissolution curves of the initial and processed pellets. It is shown that the method described allows to reliably predict the degree of coating of particles in the process of encapsulation and to choose the rational parameters of the process.

Key words: modeling, encapsulation, the degree of coverage, fluidized bed

Капсулирование – это физико-химический или механический процесс заключения мелких частиц вещества в оболочку из пленкообразующего материала. Капсулирование широко применяется в различных отраслях промышленности. Капсулированные вещества используются при получении композиционных материалов [1], создании реагентов с регулируемым выпуском активного компонента [2], удобрений пролонгированного действия [3, 4]. В пищевой промышленности капсулирование биоактивных компонентов используется для регулирования окислительно-восстановительных реакций, корректирования вкуса, цвета и запаха, увеличения срока годности и т.д. [5].

Качество капсулированного продукта обычно оценивают по величине степени покрытия, под которой понимают долю общей поверхности частиц, покрытой защитной оболочкой.

В данной работе предложена методика оценки степени покрытия гранул по соотношению скоростей растворения навесок обработанных и необработанных частиц. Скорость увеличения концентрации раствора пропорциональна потоку растворенного вещества, величину которого можно определить из уравнения массоотдачи. Для навесок гранул со степенями покрытия x_1 и x_2 будем иметь:

$$\frac{dC_1}{dt} = \frac{\beta}{V} \cdot F (1 - x_1) \cdot \Delta C , \quad (1)$$

$$\frac{dC_2}{dt} = \frac{\beta}{V} \cdot F (1 - x_2) \cdot \Delta C, \quad (2)$$

где V – объем раствора; C – концентрация карбамида в растворе; t – время; β - коэффициент массоотдачи; F – общая площадь поверхности гранул; ΔC — движущая сила процесса растворения, равная разности концентраций насыщенного раствора и действительной концентрации. Одинаковый коэффициент массоотдачи обеспечивается идентичными гидродинамическими условиями.

Возьмем отношения левых и правых частей этих уравнений:

$$\frac{dC_1}{dt} / \frac{dC_2}{dt} = \frac{1 - x_1}{1 - x_2}. \quad (3)$$

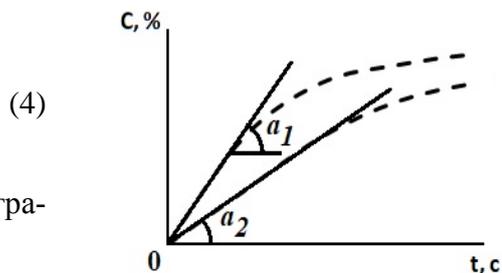
Данное соотношение будет справедливо для начального периода процесса растворения навесок гранул, когда движущие силы можно принять одинаковыми. Для практического применения соотношения (3) в качестве первой навески целесообразно взять необработанные гранулы с нулевой степенью покрытия, а скорости изменения концентраций определить как тангенсы угла наклона касательных к концентрационным кривым в начальный момент времени (рис.1).

Соотношение (3) примет вид:

$$\frac{\operatorname{tga}_1}{\operatorname{tga}_2} = \frac{1}{1 - x_2}. \quad (4)$$

Таким образом, средняя степень покрытия гранул равна:

$$x_2 = 1 - \frac{\operatorname{tga}_2}{\operatorname{tga}_1}.$$



(5) **Рис. 1.** Пример обработки кривых растворения

Для проверки предлагаемой методики были приготовлены образцы гранулированного карбамида с известной средней степенью покрытия гранул. С этой целью в различных пропорциях смешивались навески капсулированного и необработанного карбамида. Затем по изложенной выше методике определялась средняя степень покрытия гранул. Среднее расхождение между опытными и действительными значениями составило 5%. На рис. 2 приведен корреляционный график заданных и определенных экспериментально значений средней степени покрытия.

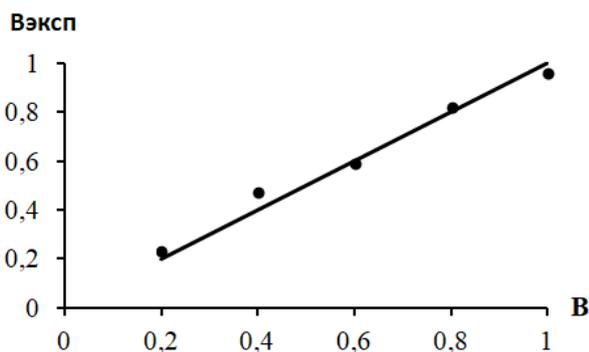


Рис. 2. Корреляционный график заданных и определенных экспериментально значений средней степени покрытия

Процесс капсулирования осуществлялся в аппарате кипящего слоя цилиндрической формы с диаметром решетки 70 мм. Высота конической части аппарата 400 мм. Диаметр верхней части 210 мм.

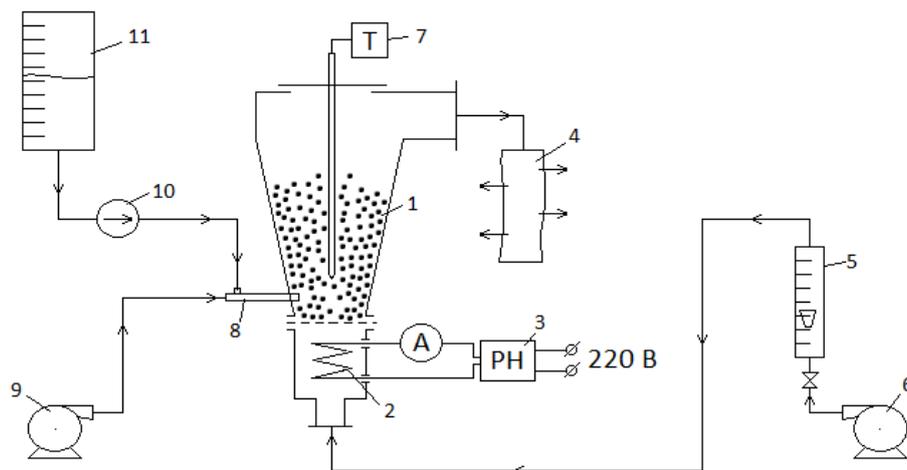


Рис. 3. Схема лабораторной установки:

- 1 - аппарат кипящего слоя, 2 - электронагреватель, 3 - регулятор напряжения,
 4 - рукавный фильтр, 5 - ротаметр, 6 - газодувка, 7 - измеритель температуры,
 8 - форсунка, 9 - мембранный компрессор, 10 - насос-дозатор, 11 - емкость раствора капсулянта

Воздух, подаваемый на псевдооживление, нагревается электронагревателем 2. Регулирование температуры воздуха осуществляется путем изменения силы тока через спираль электронагревателя с помощью регулятора напряжения 3. Атмосферный воздух подается в электронагреватель газодувкой 6. Для контроля над расходом воздуха предусмотрен ротаметр 5. Интенсивное движение частиц в аппарате 1 может стать причиной их истирания. Для очистки воздуха, выходящего из аппарата, от пылевидной фракции обрабатываемого продукта предусмотрен рукавный фильтр 4.

Тонкодисперсный распыл эмульсии полимера обеспечивается пневматической форсункой 8. Эмульсия полимера дозируется в форсунку из емкости 11 насосом 10 перистальтического типа. Сжатый воздух подается в форсунку с помощью мембранного компрессора 9. Для контроля за температурой слоя частиц в аппарате установлен измеритель температуры 7 типа УКТ-38. В качестве датчика температуры используется термопара.

Процесс капсулирования осуществлялся в периодическом режиме при расходах эмульсии 3, 5 и 12 мл в минуту и содержании полимера в эмульсии 33%. Масса исходных гранул 0,7 кг. Из аппарата с интервалом одна минута отбирались 5 образцов частиц для определения их степени покрытия. Навески гранул массой 5 г растворялись в одинаковых условиях. Объем жидкой фазы составлял 20 мл. Через определенные промежутки времени отбирались пробы раствора. Концентрация карбамида в растворе определялась рефрактометрически.

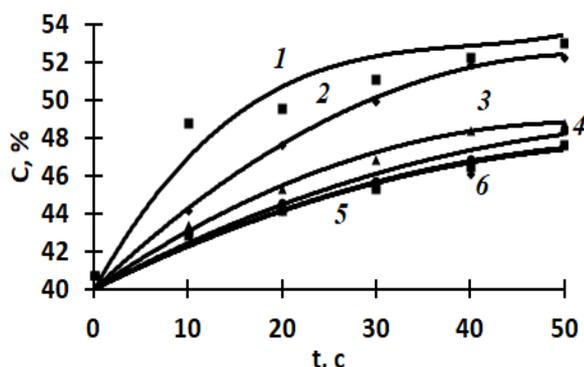


Рис. 4. Кривые растворения карбамида (массовая доля покрытия: 1 – 0, 2 – 0,24, 3 – 0,48, 4 – 0,72, 5 – 0,96, 6 – 1,19)

Показатель преломления раствора измерялся с помощью рефрактометра ИРФ-454. Значение концентрации карбамида в растворе определялось с помощью графика отображающего зависимость показателя преломления водного раствора карбамида от его концентрации. Этот график был получен путем измерения показателя преломления растворов известных концентраций.

Зависимости, характеризующие изменение концентрации раствора во времени при растворении гранул карбамида с различной степенью покрытия, приведены на рис. 4. Растворялись гранулы, полученные в процессе капсулирования при расходе эмульсии 5 мл/мин.

С использованием данной методики проведена обработка кривых растворения, представленных на рис.4. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Таблица опытных данных

Образец	Отношение масс оболочки и гранул, %	tga	tga _i /tga ₀	Средняя степень покрытия, доли
Непокрытые гранулы	0	0,338	1	0
1	0,24	0,206	0,61	0,39
2	0,48	0,139	0,41	0,59
3	0,72	0,112	0,33	0,67
4	0,96	0,085	0,25	0,75
5	1,19	0,071	0,21	0,79

Аналогичным образом была определена степень покрытия образцов гранул, полученных в процессе капсулирования при расходах эмульсии 3 и 12 мл/мин. На рис. 5. приведены графики зависимости степени покрытия гранул от времени пребывания в аппарате.

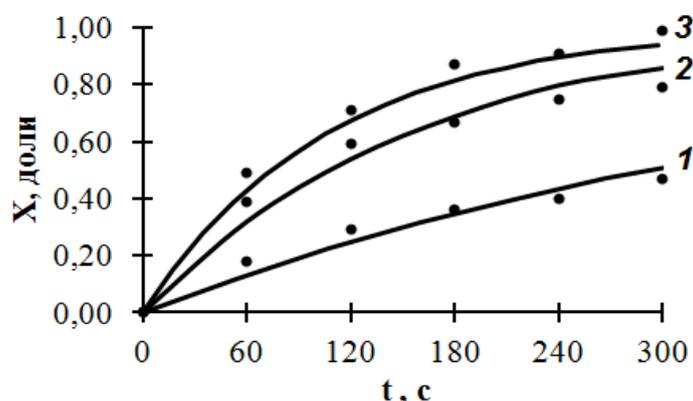


Рис. 5. Изменение степени покрытия гранул во времени процесса капсулирования (расход эмульсии, мл/мин: 1 – 3, 2 – 5, 3 – 12)

Таким образом, в работе предложена методика определения степени покрытия капсулированных частиц, основанная на сравнительном анализе скорости растворения исходных и обработанных гранул. Проведена проверка ее практической применимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конгапшев А.А., Мусаев Ю.И. Изготовление деталей из капсулированных порошков композиционных материалов // Сборник статей студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава по результатам VIII Международной научной конференции «Техноконгресс», 11 марта 2017 г. Кемерово, 2017. – с. 20-22.
2. Воловоденко А.В., Жуков А.Ю., Софронов А.В., Асмаев О.С. Опыт применения капсулированного ингибитора коррозии Scimol WSC в скважинах Когалымского месторождения // Нефтяное хозяйство, 2013, № 5. с.87-89.
3. Липин А.Г., Небукин В.О., Липин А.А. Капсулирование гранул в полимерные оболочки как метод создания минеральных удобрений с регулируемой скоростью высвобождения питательных веществ // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2017. № 3 (51). С. 86-91.
4. Овчинников Л.Н., Липин А.Г. Капсулирование минеральных удобрений во взвешенном слое: монография. ИГХТУ. Иваново, 2011. 140 с.
5. Кролевец А.А., Тырсин Ю.А., Быковская Е.Е. Применение нано- и микрокапсулирования в фармацевтике и пищевой промышленности. Часть I. Основы микрокапсулирования // Вестник РАЕН. 2012. № 4. С. 123-127.

УДК 66.047:661.728

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖИМОВ ВАКУУМНОЙ СУШКИ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

А. А. Липин, А. Г. Липин, В. Н. Исаев

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

Выполнено экспериментальное исследование влияния глубины вакуума и температуры на кинетику процесса сушки хлопковой целлюлозы, спрессованной в кипы. Определены значения этих параметров, обеспечивающие наиболее энергетически эффективные режимы сушки.

Ключевые слова: сушка, кинетика, хлопковая целлюлоза, энергоэффективность

IDENTIFICATION OF ENERGY EFFICIENT MODES OF COTTON CELLULOSE VACUUM DRYING

A. A. Lipin, A. G. Lipin, V. N. Isaev

Experimental study of the influence of vacuum value and temperature on drying kinetics of cotton cellulose has been accomplished. The values of these parameters providing the most energy-efficient drying modes are determined.

Keywords: drying, kinetics, cotton cellulose, energy efficiency

Хлопковая целлюлоза находит применение в качестве сырья в различных отраслях промышленности. Она является базовым компонентом в производстве карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) для буровых растворов, обойного клея и моющих средств, в производстве нитроцеллюлозы, ацетилцеллюлозы, медноаммиачного волокна, картона. После нитрования целлюлоза применяется в оборонной промышленности при изготовлении порохов, твердых ракетных топлив, в гражданской промышленности – в производстве лакокрасочных материалов, для изготовления детекторов ионизирующих излучений, биологических индикаторов, полупроницаемых мембран, селективных сорбентов и других видов современной наукоемкой продукции [1].

Заключительной технологической стадией производства хлопковой целлюлозы является её сушка. Для удобства транспортирования хлопковую целлюлозу прессуют в кипы. Во время транспортировки или хранения кип их влажность может увеличиваться до 20 мас.% вследствие поглощения влаги из атмосферного воздуха. Для дальнейшей переработки хлопковой целлюлозы её влажность должна быть снижена до 3-5 мас.%.

Одним из вариантов сушки кип хлопковой целлюлозы является вакуумная сушка. Для промышленной реализации этого процесса необходимо определить его оптимальные режимно-технологические параметры и выбрать необходимое оборудование. Данная работа посвящена экспериментальному исследованию процесса вакуумной сушки кипы хлопковой целлюлозы с целью определения влияния параметров сушки на скорость протекания процесса и установления его наиболее энергетически эффективных режимов.

Экспериментальные исследования выполнялись на лабораторной установке (рис. 1), состоящей из следующих основных элементов: вакуумной сушильной камеры 1 с тепловой изоляцией 6 и конденсатором паров влаги 2, компрессорной холодильной установки 3 и вакуумного насоса 4. Все основные узлы, кроме вакуум-насоса, размещены на подвижном каркасе 5. Стенки сушильной камеры нагреваются при помощи электрического тока. Давление в камере контролируется вакуумметром 7, регулирование величины вакуума осуществляется с помощью игольчатого клапана 8. Измерение температуры материала и воздуха в сушильной камере осуществляется с помощью термодатчиков, показания которых выводятся на цифровой прибор 9.

Регулирование температуры в камере производится измерителем-регулятором ТРМ-1А с релейным выходом 10. Расположение термопар позволяет проводить измерения распределения температуры по толщине материала на строго определенном расстоянии друг относительно друга путем их введения в образец. Эксперименты проводились с образцами спрессованной хлопковой целлюлозы прямоугольной формы и следующими размерами: длина – 260 мм, ширина – 230 мм, толщина – 130 мм. Перед сушкой образцы увлажнялись до относительной влажности (22-28) %.

При проведении экспериментов модельный образец помещался в сушильную камеру установки, нагревался до температуры поверхности материала 90-100 °С, после чего включался вакуум-насос и устанавливалось заданное значение величины вакуума. Затем устанавливался заданный температурный режим, и проводился процесс сушки при постоянных температуре и давлении. Сушка проводилась до остаточной влажности материала 4 %.

С целью определения профилей температуры термопары устанавливались на равных расстояниях друг от друга в следующих точках образца (рис. 2): I – на поверхности материала; II – 1/3 половины толщины образца; III – 2/3 половины толщины образца; IV – в центре материала. В ходе эксперимента показания термопар регистрировались каждые 5 минут. Для контроля убыли веса и определения текущей относительной влажности материала образец вынимался из камеры и взвешивался.

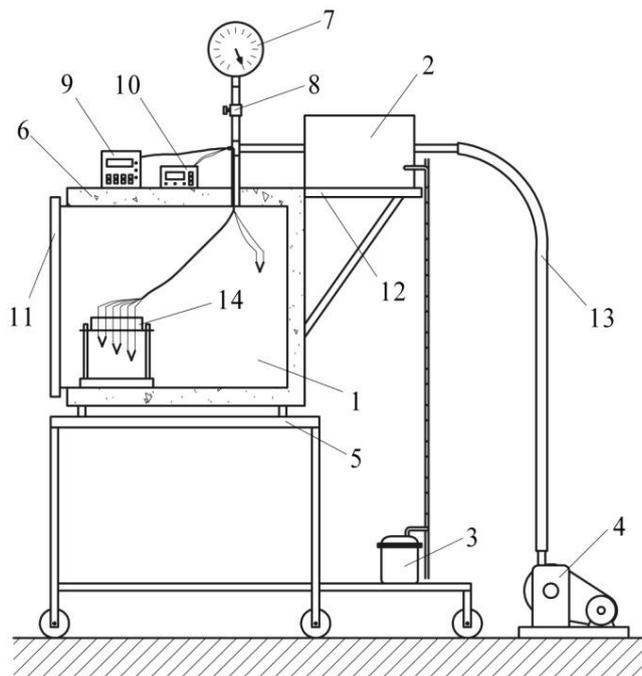


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

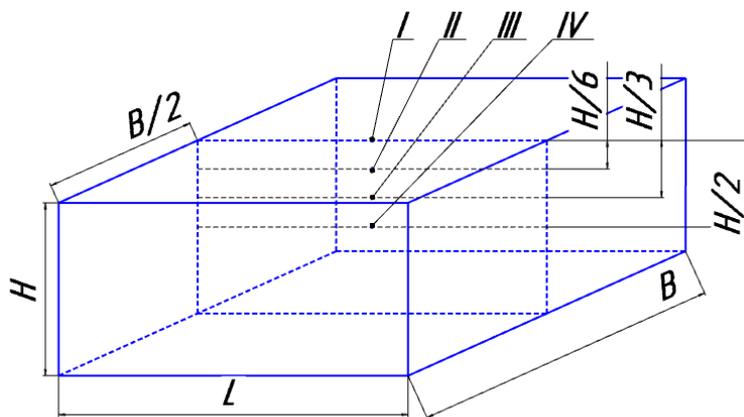


Рис. 2. Схема расположения термопар в модельном образце

В ходе экспериментов изучалось влияние величины вакуума и температуры сушки на скорость процесса, для этого проводилось две серии опытов. В первой серии опытов температура поверхности материала поддерживалась постоянной, равной $t_1=120$ °С, а величина вакуума изменялась в диапазоне $P_{\text{вак}}=600-720$ мм рт.ст.. Начальная относительная влажность материала ω_n , время сушки τ , производительность установки по испаряемой влаге W и удельные энергозатраты на процесс \mathcal{E} для каждого опыта представлены в табл. 1.

Таблица 1. Параметры процесса сушки при различных величинах вакуума

№ п/п	$P_{\text{вак}}$, мм.рт.ст	ω_n , кг влаги/кг материала	τ , час	W , кг влаги	\mathcal{E} , кВт·час/кг испар. влаги
1	720	0,28	3,5	0,463	26,609
2	650	0,235	4,42	0,376	41,379
3	600	0,226	5	0,364	48,352
4	600	0,218	4,5	0,344	46,046

Удельные энергозатраты на процесс сушки рассчитывались по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{(N_{\text{эл}}^H + N_{\text{сп}}) \cdot \tau}{W}, \quad (1)$$

где $N_{\text{эл}}^H = 2,2$ – установочная мощность электродвигателя вакуумного насоса, кВт·час; $N_{\text{сп}} = 1,32$ – потребляемая мощность спирали в цепи электроподогрева сушильной камеры, кВт·час.

Анализируя результаты первой серии опытов, можно сделать вывод, что увеличение величины вакуума позволяет интенсифицировать процесс сушки. При этом время процесса сокращается, производительность по влаге увеличивается, а удельные энергозатраты уменьшаются.

В опытах второй серии величина вакуума поддерживалась постоянной, равной $P_{\text{вак}} = 680$ мм рт.ст., а температура поверхностного слоя материала t_1 составляла 100 и 120 °С. Результаты опытов представлены в табл. 2. Эксперимент показал, что понижение температуры сушки ведет к увеличению времени процесса, уменьшению производительности по испаренной влаге и к увеличению энергозатрат. Проведение процесса при температуре t_1 выше 120 °С приводит к деструкции материала.

Таблица 2. Параметры процесса сушки при различных температурах поверхностного слоя материала

№ п/п	t_1 , °С	$P_{\text{вак}}$, мм.рт.ст	ω_n , кг влаги/кг материала	τ , час	W , кг влаги	\mathcal{E} , кВт·час/кг испар.влаги
1	120	680	0,235	4,42	0,376	41,379
2	100	680	0,182	5,17	0,279	65,227

Пример профилей температуры в образце представлен на рис. 3. Исходя из условия симметрии температурных полей, рассматривалась только половина толщины образца. Нулевая координата на графике рис. 3 соответствует центру образца, а единичная – поверхности. Профили температуры свидетельствуют о значительных температурных градиентах (достигающих 80 °С) в образце такой толщины. Они обусловлены, вероятно, низкой теплопроводностью материала.

Пример кривой сушки модельного образца хлопковой целлюлозы представлен на рис. 4. По характеру кривой можно сделать вывод о преобладании второго периода сушки. В этом случае скорость процесса лимитируется скоростью внутренней диффузии влаги к поверхности материала.

Таким образом, в результате выполненной работы экспериментально получены кривые сушки и термограммы процесса сушки при четырех значениях вакуума в сушильной камере (600, 650, 680 и 720 мм рт.ст.) и двух значениях температуры поверхности материала (100 и 120 °С). Рассчитаны удельные энергозатраты при сушке в лабораторных условиях. Минимальные энергозатраты 26,6 кВт·час/кг испаренной влаги наблюдались при разрежении $P_{\text{вак}} = 720$ мм рт.ст. и температуре $t_1 = 120$ °С. Эти условия следует считать наиболее энергетически эффективными из исследованных.

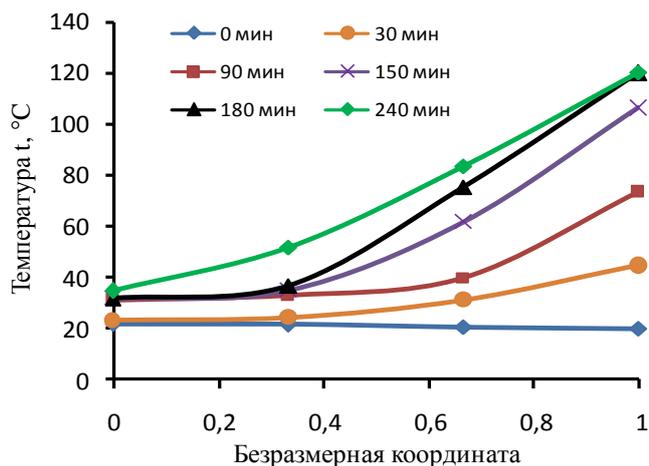


Рис. 3. Профили температуры в различные моменты времени. $P_{\text{вак}}=650$ мм рт.ст.

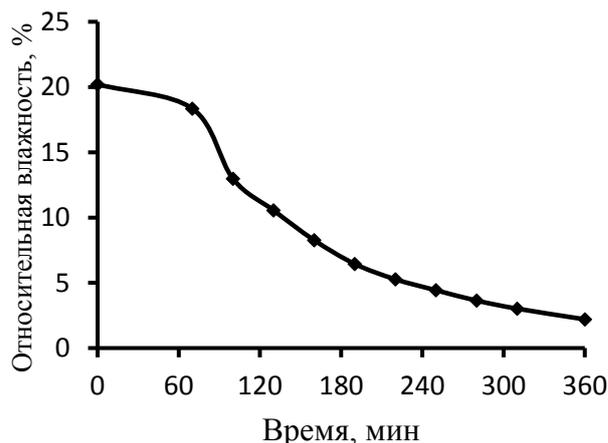


Рис. 4. Кривая сушки. $P_{\text{вак}}=680$ мм рт.ст., $t_1=120$ °С

Показано, что увеличение величины вакуума позволяет интенсифицировать процесс, а повышение температуры поверхностного слоя выше 120°C ведёт к деструкции материала. Интенсифицировать процесс сушки кипы хлопковой целлюлозы может уменьшение толщины кипы и обеспечение обогрева кипы по всей поверхности. Эти меры приведут к уменьшению значительных температурных градиентов, возникающих вследствие низкой теплопроводности материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сушка нитратов целлюлозы в вакуумной камере. Шаров Д.С., Смирнов В.Ю., Шамина Е.В., Петров С.Е., Хацринов А.И., Гатина Р.Ф. Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 11. С. 237-239.

УДК 614.536

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА В ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Э. Э. Маркман, Н. В. Иванов, Д. Г. Снегирев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Рассмотрены процессы переноса тепла в текстильных материалах. Описано влияние структуры текстильной ткани на её теплопроводность.

Ключевые слова: защитная одежда, теплообмен, теплоизолирующие свойства, огнестойкость, теплопроводность

FEATURES OF HEAT TRANSFER IN TEXTILE MATERIALS

E. E. Markman, N. V. Ivanov, D. G. Snegirev

Heat transfer processes in textile materials are considered. The influence of the structure of textile fabric on its thermal conductivity is described.

Key words: protective clothing, heat exchange, heat-insulating properties, fire resistance, thermal conductivity

Одежда специального назначения, используемая в качестве защитной при ликвидации чрезвычайных ситуаций, рассчитана на её использования в различных климатических условиях. При этом необходимо учитывать на неё продолжительное тепловое воздействие, воздействие влаги и открытого пламени (рис.1).

При разработки такой одежды принимают во внимание различные теплофизические свойства текстильных материалов, имеющих низкую теплопроводность и способных в течении продолжительного периода сохранять термо- и огнестойкость. Текстильная ткань должна обеспечивать теплообмен между окружающей средой и телом спасателя таким образом, чтобы температура в пододёжном пространстве не превышала температуры, позволяющей проводить спасательные операции по ликвидации чрезвычайных ситуаций без нарушений теплового баланса в организме человека (рис.2). В противном случае происходит повышение температуры тела, что приводит к его перегреву и неминуемой гипертермии [1].

Текстильные ткани обладают развитой поверхностью, имеют пористую структуру, состоящую из твердого волокнистого материала и пор. Образовавшиеся при ткачестве открытые поры между нитями, волокнами и замкнутые поры в структуре волокна заполнены воздухом.

Текстильные ткани, являясь капиллярно-пористыми материалами, имеют относительно небольшую площадь соприкосновения между конкретными волокнами ткани (рис. 3).



Рис. 1. Внешние негативные воздействия на боевую одежду пожарного

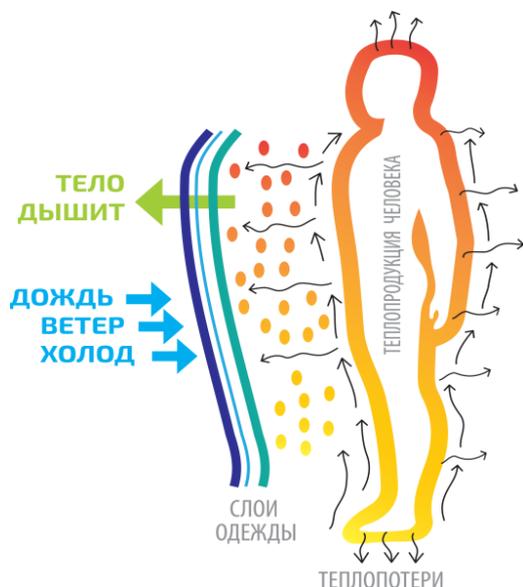


Рис.2. Схема теплообмен между телом человека и окружающей средой



Рис. 3. Структура текстильной ткани

Существует несколько способов переноса тепла при тепловом воздействии на текстильные материалы.

Первый способ переноса теплоты осуществляется за счет теплопроводности текстильной ткани. Он заключается в переносе теплоты в текстильных волокнах, неподвижной жидкой или газовой фазой между участками с различной температурой. При этом теплообмен

осуществляется за счет теплового движения частиц и энергетическом взаимодействии между ними.

Следующим способом является конвекция, сущность которого заключается в переносе тепла в жидкой или газообразной фазе за счет движения частиц.

Перенос тепла в текстильной ткани за счет теплового излучения, является третьим способом, сущность которого заключается в переносе его в виде электромагнитных волн.

Преобладание одного из способов переноса тепла определяется пористой структурой текстильного материала. Повышение пористости материала приводит к увеличению значения механизма конвекции при теплообмене, в следствии заполнения воздухом пор.

Результаты исследований показывают, что теплопроводность волокна оказывает незначительное воздействие на теплопроводность капиллярно-пористого текстильного материала.

Интенсивность теплопроводности текстильных материалов оценивается коэффициентом теплопроводности и измеряется в Вт/(м·К). Этот показатель является условным, поскольку перенос тепла осуществляется одновременно всеми способами. Коэффициент теплопроводности для одежных тканей составляет от 0,033 до 0,07 Вт/(м·К).

В тонких текстильных материалах с плотной структурой основным способом переноса тепла является теплопроводность воздуха. Увеличение пористости текстильных тканей приводит к уменьшению их теплопроводности. Это объясняется тем, что теплопроводность воздуха меньше теплопроводности волокон (для хлопка $K = 0,05$ Вт/(м·К), для воздуха $K = 0,02$ Вт/(м·К)). При этом увеличивается влияние конвекции [2].

Большое влияние на теплопроводность текстильного материала оказывает влага конденсирующаяся в порах ткани. Увеличение влажности текстильной ткани уменьшает её теплозащитные свойства, так как коэффициент теплопроводности воды, больше чем у воздуха (для воды $K = 0,06$ Вт/(м·К)).

Поглощаемая телом спасателя лучистая энергия, вызванная тепловым излучением нагретого тела, переходит в тепловую. Для хлопковых тканей плотной структуры теплоперенос лучистой энергии составляет примерно 0,15 %. Диаметр волокна ткани больше длины волны теплового излучения, что позволяет им не пропускать тепловые лучи. Кроме этого, проявляется эффект рассеивания излучения волокнами ткани. Теплоперенос излучением непосредственно зависит от плотности текстильной ткани, а также диаметра волокон, составляющих её [3].

Из выше сказанного следует, что при разработке защитной одежды спасателей необходимо учитывать все способы переноса тепла: за счет теплопроводности текстильной ткани, конвекции в жидкой и газообразной фазе, а также теплового излучения. Необходимо учитывать такие показатели ткани, как теплопроводность, способность её поглощать теплоту (теплоёмкость), а так же способность сохранять свои эксплуатационные свойства: термо- и теплоустойкость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Li Y., Luo Z. An Improved Mathematical Simulation of the Coupled Diffusion of Moisture and Heat in Wool Fabric I I Textile Research Journal. 1999. Vol. 69. № 10. P. 760-768.
3. Li Y, Holcombe B. V. Mathematical Simulation of Heat and Moisture Transfer in a Human-Clothing-Environment System // Textile Research Journal. 1999. Vol. 68. № 6. P. 389 -397.

УДК 616.071.8

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ НА БЕТОН

Т. В. Чеснокова, В. А. Киселев
ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

Изучено и проанализировано влияние различных видов биологической коррозии на бетон. На основе полученных данных обосновываются оптимальные методы защиты материалов от биологической коррозии.

Ключевые слова: биологическая коррозия, бетон, защита от коррозии

EVALUATION OF INFLUENCE OF VARIOUS BIOLOGICAL CORROSIONS ON CONCRETE

T. V. Chesnokova, V. A. Kiselev

The influence of various types of biological corrosion on concrete has been studied and analyzed. Based on the data obtained, the optimal methods for protecting materials against biological corrosion are justified.

Keywords: biological corrosion, concrete, corrosion protection

Биологическая коррозия – прямое или косвенное воздействие низших форм живых организмов, влияющих на внешний вид или технические свойства бетона. К таким организмам относятся бактерии, водоросли, грибки, лишайники, мхи и т. д. Биоповреждения неорганических строительных материалов, к которым относится бетон, преимущественно сводятся к нарушению сцепления составляющих компонентов этих материалов в результате воздействия минеральных или органических кислот микробного происхождения. Бетонные сооружения разрушаются вследствие химических реакций между цементным камнем и продуктами жизнедеятельности микроорганизмов. Пористая структура бетона способствует вовлечению микроорганизмов в коррозионные процессы. Принято считать, что более половины разрушений конструкций и материалов связаны с биологической активностью [1].

Таким образом, биологическая коррозия строительных материалов и конструкций наносит выраженный экономический ущерб. В связи с этим, трудно переоценить значение исследований, которые помогут не только понять механизмы биокоррозии материалов и конструкций, но и предотвратить ее.

Поэтому, цель представленного исследования – оценка влияния различных видов биологической коррозии на бетон. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- в ходе эксперимента необходимо было выявить характер изменений образцов бетона, вызванных различными видами биокоррозии, а именно, водорослевой, грибковой, бактериальной. Специфика влияния различных видов биологической коррозии поможет обнаружить механизмы ее протекания и причины возникновения;

- в свою очередь, выявляя характер и механизмы коррозионных изменений образцов бетона, можно предложить наиболее эффективные способы защиты бетона от биологической коррозии.

Оценка специфики и механизмов воздействия различных видов биологической коррозии на бетон производилась с помощью исследования водопоглощения образцов бетона по массе (согласно ГОСТ 12730.3-78) и pH водной вытяжки [2].

Изучались изменения водопоглощения и pH водной вытяжки контрольных, неповрежденных образцов и серий образцов с водорослевой, грибковой и бактериальной коррозией.

Срок эксплуатации бетона был не менее десяти лет. Каждая серия образцов бетона оценивалась визуально. Кроме того, образцы бетона подвергались микробиологическому анализу для выявления представителей микрофлоры. Полученные результаты исследования подвергались статистической обработке с помощью критерия Стьюдента и корреляционного анализа [3].

Результаты исследований выявили, что возбудителями бактериальной коррозии явились представители рода *Bacillus*. Грибковую коррозию вызывали грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*. На образцах бетона были обнаружены водоросли – представители родов *Gloeocapsa*, *Chlorella*, *Chlorococcum*. В целом, не удалось обнаружить практически не одной серии образцов, где бы отдельно существовали грибки и бактерии. Повсеместно они встречались вместе, т.е. образовывали сообщества. Вопрос сводился лишь к обнаружению преобладающих в сообществе представителей тех или иных микроорганизмов и допущению, что коррозионные процессы бетона протекают под преобладающим представительством. Поэтому, серии образцов с преобладанием бактериальной микрофлоры считались под влиянием бактериальной коррозии, с преобладанием грибковой – грибковой коррозии. Водорослевую коррозию на образцах удалось идентифицировать отдельно.

В ходе экспериментов установлено, что бактериальная и грибковая коррозия приводят к значительному увеличению водопоглощения по массе образцов бетона по сравнению с контролем (рис. 1).

Характер кривой скорости водопоглощения бетонных образцов по массе значительно отличался от контрольной серии под влиянием грибковой и бактериальной коррозии. Образцы, подвергавшиеся бактериальной и грибковой коррозии, насыщались водой уже на первые сутки выдержки. В то время, как контрольные образцы и образцы, подвергавшиеся водорослевой коррозии, достигали постоянной массы лишь на вторые и третьи сутки выдерживания в воде (рис. 2).

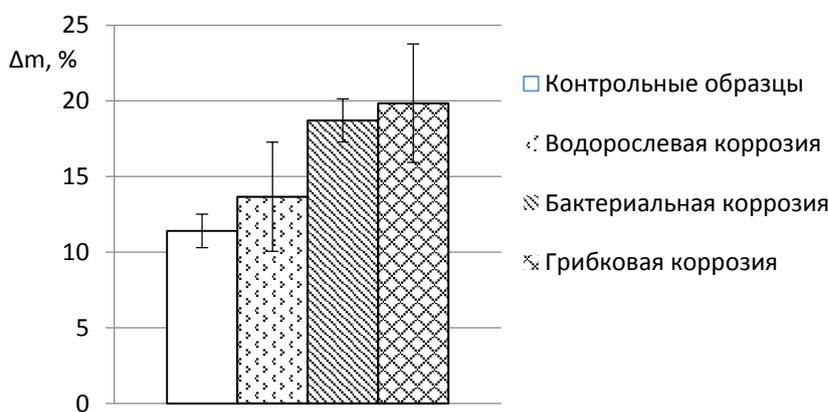


Рис. 1. Изменение водопоглощения образцов бетона по массе

Образцы, подвергавшиеся водорослевой коррозии водорослевая коррозия не вызывала достоверных изменений водопоглощения образцов и характер кривой был близок к таковой в контрольной серии (рис. 1 и 2).

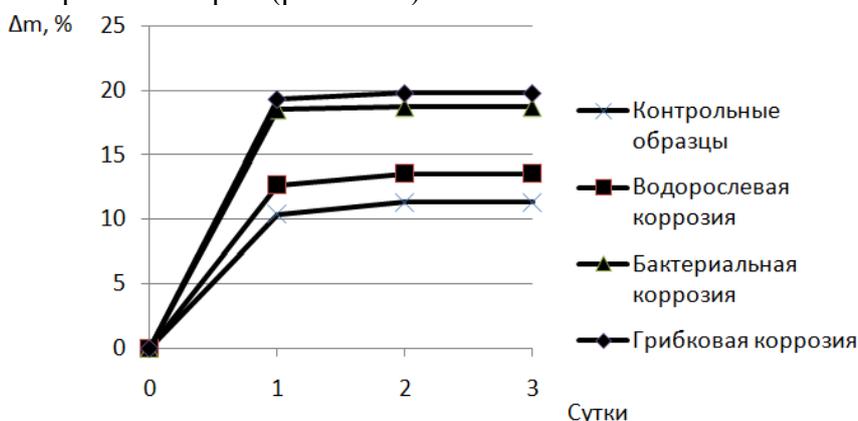


Рис. 2. Изменение скорости водопоглощения по массе образцов

Описанные выше изменения характера изменений водопоглощения бетонных образцов по массе, могут быть причиной, во-первых, различной пористости образцов и, во-вторых, отличием плотности материала.

Увеличение пористости бетонных образцов иллюстрируются произведенным расчетом их плотности.

Плотность образцов с грибковой и бактериальной коррозией, полученная в ходе экспериментов, была снижена по сравнению с образцами контрольной серии и водорослевой коррозии. В ходе расчетов выявлена достоверная корреляционная связь снижения плотности образцов с увеличением их водопоглощения у образцов всех серий, особенно четкая корреляционная связь между этими показателями прослеживалась в серии грибковой и бактериальной коррозии.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что наибольшим разрушающим действием обладают бактериальная и грибковая коррозия. Следовательно, для эффективной защиты именно от бактериальной и грибковой коррозии следует снизить пористость материала и предотвратить возможность проникновения возбудителей биокоррозии в поры материала.

Возможная причина большей коррозионной активности бактерий и грибов, по сравнению с водорослевой, – это выделяющиеся продукты их жизнедеятельности, в основном, органические кислоты. Именно под воздействием органических кислот ускоряются коррозионные процессы, протекающие в бетоне.

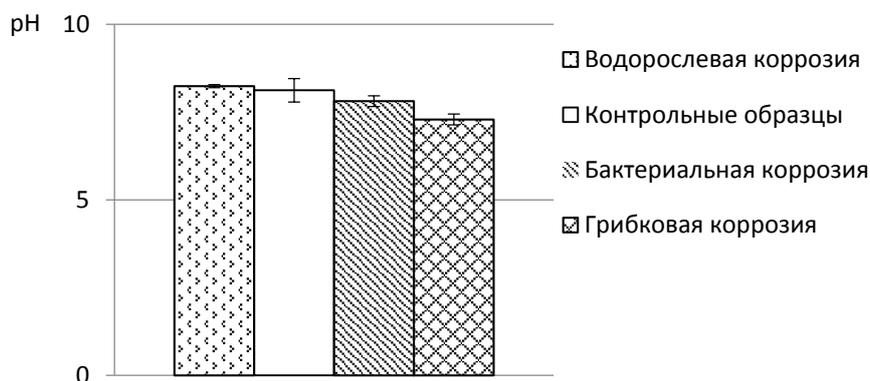


Рис. 3. Изменение pH водной вытяжки образцов бетона

Подтверждением этого предположения, является уменьшение pH водной вытяжки бетонных образцов, полученная в ходе представленного исследования. Из рис. 3 видно, что pH водной вытяжки достоверно ниже контроля именно при грибковой коррозии. Значит, для увеличения устойчивости материала к кислой среде, следует производить обработку поверхности материала кислотоустойчивыми составами и соблюдать условия эксплуатации бетона.

Таким образом, на основе полученных данных, можно сделать следующие выводы:

1. Из трех исследованных видов биологической коррозии, наиболее активными оказались грибковая и бактериальная.
2. Причиной разрушения исследуемых образцов бетона явилась коррозия под воздействием органических кислот, выделяемых в процессе жизнедеятельности грибов и бактерий, а также последующее механическое воздействие в плане увеличения пористости материала.
3. Механизмы бактериальной и грибковой коррозий бетона, подтвержденные в ходе эксперимента, позволяют предположить, что наиболее эффективными методами антикоррозионной защиты будут: обработка поверхности материала и получение бетонов с пониженной пористостью с последующим соблюдением их эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соломатов, В.И. Микроорганизмы разрушители материалов и изделий / В.И. Соломатов, В.Т. Ерофеев, Е.А. Морозов // Изв. вузов. Строительство. – 2001. – №8. – С. 4-12.
2. Боме, Н.А. Почвоведение (краткий курс и лабораторный практикум)/ Н.А.Боме, В.Л. Рябикова. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2012. – 216 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф.Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 350 с.
4. Соломатов, В.И. Моделирование биодegradации и биоспротивления строительных материалов / В.И. Соломатов, В.Т. Ерофеев, Е.А. Морозов // Изв. вузов. Строительство.- 2001.- №9 – С.36-44.

УДК 519.711.3

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НАСАДКИ ВОДОИСПАРИТЕЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА

Е. А. Галкин¹, С. Г. Мачтаков², О. А. Трибунских³

¹ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет

²ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий

³ФГКВУ ВО Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Сформулирована задача оптимизации для поиска наилучших геометрических размеров насадки водоиспарительного кондиционера. Решение этой задачи предлагается искать с использованием динамической (непрерывной) модели, которая будет описывать каналы насадки как систему с распределенными параметрами.

Ключевые слова: задача оптимизации, водоиспарительный кондиционер, динамическая модель, краевая задача на сети

PARAMETRIC SYNTHESIS OF THE NOZZLE OF THE WATER EVAPORATIVE CONDITIONER

E. A. Galkin, S. G. Machtakov, O. A. Tribunskih

The task of the optimization for the best geometrical search of the nozzle of the water evaporative conditioner was formulated. The solution of this task is offered to find with the usage of dynamic (continuous) model which will describe the channels of the nozzle as a system with distributing of the characteristics.

Keywords: the task of optimizing, water evaporative conditioner, dynamic model, boundary problem on the network

Конструкция и принципы функционирования кондиционеров этого типа, подробно описаны в [1]. Главным конструктивным элементом такого кондиционера является испарительная насадка. Она представляет собой пакет тонкостенных капиллярно-пористых пластин, образующих каналы, в которых перемещаются потоки воздуха. На входе насадки располагается вентилятор. В состав кондиционера также входит водораспределительное устройство для смачивания пластин водой либо верхним орошением, либо снизу. В насадке находятся две качественно разные группы каналов, которые чередуются друг с другом: основные и вспомогательные. Основные каналы изнутри покрыты водонепроницаемым материалом (их называют «сухими»), а во вспомогательных каналах такое покрытие отсутствует. В этих каналах поверхность пластин смачивается водой, (их называют «мокрыми»). Воздух, нагнетаемый вентилятором, поступает на вход основных каналов. На выходе из них поток разделяется на две части с помощью выходной решетки. Одна его часть направляется в охлаждаемый объем (рабочий поток), а другая часть разворачивается на 180° и направляется во вспомогательные каналы. При прохождении между ними воздушного потока происходит интенсивный процесс испарения воды, на который затрачивается некоторое количество энергии. Этот поток за счет теплопередачи через пластины отбирает тепло от основного потока воздуха, омывающего стенку канала с другой стороны, и понижает его температуру. Таким образом, влагосодержание воздуха в основных каналах остается неизменным, а его температура понижается. Работа схемы охлаждения для трех каналов показана на рис. 1. Входной воздух (с температурой t_n и влажностью φ_n), нагнетаемый вентилятором, перемещается по основным каналам. Необходимо найти геометрические параметры водоиспарительной насадки кондиционера, чтобы добиться

максимума холодопроизводительности. В качестве управляемых параметров выступают плотность выходной решетки f_r и длина каналов насадки L , а температура T_{In} и влажность φ_{In} входного воздуха - в качестве неуправляемых параметров.

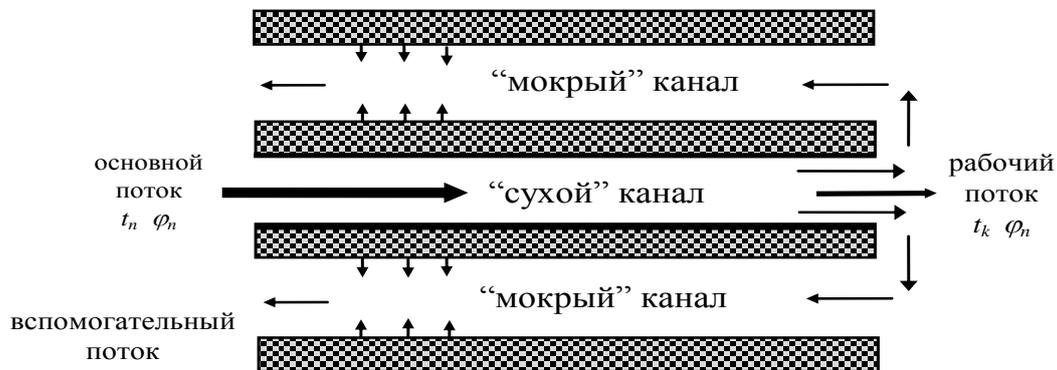


Рис. 1. Схема регенеративного охлаждения

Как известно (см. [2]), холодопроизводительность характеризует какое количество тепла будет нейтрализовано (изъято из воздуха) кондиционером и определяется по следующей формуле

$$Q = C\rho G_3 \Delta T, \quad (1)$$

где $C = 1005$ (Дж/кг $^{\circ}\text{C}$) - средняя изобарная теплоемкость воздуха; $\rho = 1.18$ (кг/м 3) - плотность воздуха; G_3 (м 3 /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 и длины каналов L . 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 $f_r = 0$ отверстия в решетке полностью отсутствуют и она превращается в сплошную перегородку, а при $f_r = 1$ решетка превращается в рамку. Диапазон изменения этого параметра $0 \leq f_r \leq 1$. Плотность выходной решетки исследовалась в диапазоне $0.3 \leq f_r \leq 0.6$. В работе [3] показано, что практический интерес представляют кондиционеры с длиной канала в диапазоне $0.2 \leq L \leq 0.35$ метра.

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 геометрических параметров насадки невозможно.

Задачу поиска оптимальных геометрических размеров насадки приходится решать при условии переменного расхода воздуха на входе в основные каналы (G_1). Это связано с тем, что изменение аэродинамического сопротивления насадки влечет за собой и изменение положения рабочей точки на нагрузочной характеристике вентилятора. С ростом сопротивления рабочая точка перемещается по характеристике в область более высокого давления и низкого расхода. При уменьшении аэродинамического сопротивления давление создаваемое вентилятором уменьшается, а расход воздуха увеличивается. Это происходит независимо от того каким способом мы меняем сопротивление насадки: изменением плотности решетки или изменением длины каналов. Качественный вид нагрузочной характеристики вентиляторов $P_v = P(G_1)$, используемых в водоиспарительных охладителях, приведен на рис. 2.

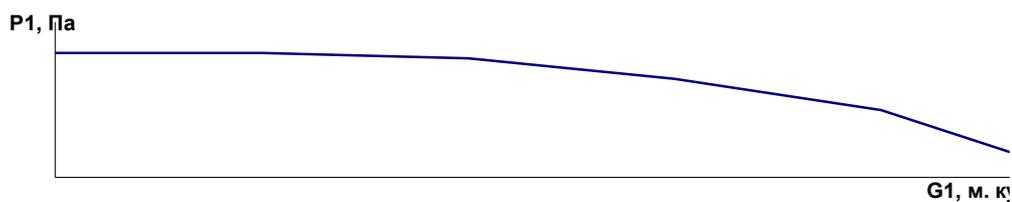


Рис. 2. Нагрузочная характеристика вентилятора

Из переменности основного потока G_1 вытекает ограничение накладываемое на положение рабочей точки на характеристике вентилятора. Рабочая точка не должна уходить в область малого расхода и высокого давления, так как этот режим работы неблагоприятен для вентилятора, то есть $G_1(f_r, L) \geq G_{1min}$.

Опишем механизм влияния управляемых параметров на холодопроизводительность установки. Если мы уменьшаем плотность решетки, то есть сокращаем площадь выходных отверстий, то процессы тепло-массообмена значительно активизируются и перепад между температурой входного воздуха и температурой воздуха на выходе из кондиционера растет ΔT , но при этом одновременно возрастает аэродинамическое сопротивление водоиспарительной насадки и происходит уменьшение потока воздуха, который поступает в охлаждаемый объем G_3 . Если же мы будем увеличивать плотность решетки, то рабочий поток будет тоже увеличиваться, но параллельно с этим уменьшится вспомогательный поток и из-за ухудшения условий тепло-массообмена произойдет уменьшение перепада температуры ΔT .

Аналогичное влияние оказывает и изменение длины каналов насадки L . С уменьшением длины каналов процессы тепло-массообмена ухудшаются и перепад температуры, следовательно, и холодопроизводительность, уменьшаются. С увеличением длины каналов насадки увеличивается перепад температуры, но при этом происходит увеличение габаритов охладителя, происходит рост суммарного аэродинамического сопротивление насадки и нагрузки на вентилятор. Рабочая точка на характеристике вентилятора перемещается в область минимального расхода и условие $G_1(f_r, L) \geq G_{1min}$ перестает выполняться. Такой режим работы является неблагоприятным для вентилятора.

Таким образом, видно, что изменения параметров насадки кондиционера, приводящие к увеличению одного из сомножителей в выражении (1) параллельно приводят к уменьшению другого. Задача скалярной оптимизации состоит в поиске такого набора управляемых параметров f_r и L (характеристики входного воздуха и вентилятора будем полагать неизменными), при которых установка будет обладать наибольшей холодопроизводительностью, то есть

$$Q(f_r, L) \xrightarrow{f_r, L \in D} \max, \quad (2)$$

где D - область допустимых решений, определяемая следующими условиями $0.3 \leq f_r \leq 0.6$, $0.2 \leq L \leq 0.35$, $G_1(f_r, L) \geq G_{1min}$ при $T_{in} = const$, $\varphi_{in} = const$ и $P_V = P(G_1)$.

Для решения оптимизационной задачи (2) необходимо определить изменение температуры и расхода воздуха в каналах насадки. Для расчета этих значений построим динамическую (непрерывную) модель, которая будет описывать каналы насадки как систему с распределенными параметрами. В этом случае давление, скорость, температура и плотность воздуха являются функциями от координаты. Мы получаем модель кондиционера в виде краевой задачи на сети.

Изменение параметров в каналах насадки описываются дифференциальными уравнениями

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{A \mu RT(x)}{8h^2} \frac{\rho(x)v(x)}{p(x)}, \quad (3)$$

$$v(x)\rho(x)hC\frac{dT}{dx} + C_pJT_c(x) = \alpha(T_c(x) - T(x)), \quad (4)$$

где R - газовая постоянная воздуха; T - абсолютная температура; h - ширина каналов; μ - коэффициент динамической вязкости воздуха; α - коэффициент теплообмена между стенкой и потоком; C_p - теплоемкость водяного пара; J - плотность потока пара.

Перепад давления при прохождении воздухом выходной решетки описывается алгебраическим уравнением, выведенным из закона сохранения энергии

$$\Delta p = \frac{\rho v^2}{2} (k_1 + \xi_r(f_r) - 1), \quad (5)$$

где k_1 - коэффициент, учитывающий потери количества движения на участке формирования потока после решетки; ξ_r - коэффициент сопротивления решетки, который зависит от плотности решетки; v - скорость воздуха перед решеткой.

Во внутреннем узле сети a (перед решеткой) выполняются условия равенства давлений, температур и сохранения потоков

$$p_1(a) = p_2(a) = p_3(a); G_1 = G_2 + G_3; T_1(a) = T_2(a) = T_3(a), \quad (6)$$

где G_1, G_2, G_3 - потоки воздуха соответственно в основных, вспомогательных каналах и поток, поступающий в охлаждаемый объем.

Давление на входе основных каналов определяется положением рабочей точки на характеристике вентилятора, краевые условия в точках выброса потоков зависят от скорости воздуха

$$P(b_1) = P_B = P(G_1), p_2(b_2) = p_{ATM} + \frac{\rho v_2^2}{2}, p_3(b_3) = p_{ATM} + \frac{\rho v_3^2}{2} \quad (7)$$

где p_{ATM} - атмосферное давление. Решение задачи (3)-(7) осуществляется в соответствии с теоретическими положениями и алгоритмами, которые приведены в [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Богословский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. - М.:Стройиздат, 1985. - 367 с.
3. 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.
4. Завгородний М.Г. Сопряженные и самосопряженные краевые задачи на геометрическом графе // Дифференц. уравнения. 2014. Т. 50, № 4. С. 446-456.

УДК 614.849

ПОЛУЧЕНИЕ ГЕМИМИЦЕЛЛ АНИОННЫХ ПАВ НА КРЕМНЕЗЕМАХ

И. А. Богданов, Н. А. Таратанов, Н. Ш. Лебедева
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В результате проведенных работ осуществлен синтез по золь-гель технологии кремнезема в щелочной и кислой среде, определены текстурные характеристики полученных кремнезёмов, оптимизирована методика синтеза кремнезема в кислой среде. Показано, что в кислой среде скорость гидролиза тетраэтоксисилана становится больше скорости конденсации частиц SiO_2 , в то время как в кислой среде наоборот скорость гидролиза меньше скорости конденсации. Низкая скорость конденсации SiO_2 приводит к формированию трехмерного геля, что способствует образованию частиц с большей удельной поверхностью и большей пористостью. При этом негативным фактором является неоднородность частиц по размеру.

Ключевые слова: тетраэтоксисилан, золь-гель синтез, диоксид кремния

GETTING HEMIMICELLES ANIONIC SURFACTANTS ON SILICA

I. A. Bogdanov, N. A. Taratanov, N. Sh. Lebedeva

As a result of works carried out the synthesis by Sol-gel technology silica in alkaline and acidic environment, defined by textural characteristics of the resultant silica optimized synthesis methods of silica in an acidic environment. It is shown that in acidic medium the rate of hydrolysis of tetraethoxysilane becomes greater than the rate of condensation of SiO_2 particles, while in acidic medium on the contrary the rate of hydrolysis is less than the rate of condensation. The low rate of condensation of SiO_2 leads to the formation of three-dimensional gel that promotes the formation of particles with larger specific surface and higher porosity. This negative factor is the heterogeneity of particle size.

Keywords: tetraethoxysilane, Sol-gel synthesis of silica

Хорошо известно, что золь-гель технология позволяет получать уникальные материалы в мягких условиях (температура, давление). При этом даже небольшие изменения в условиях проведения синтеза, соотношения компонентов, используемого катализатора, или введения темплатов позволяет кардинальным образом изменять свойства синтезируемых соединений. На данном этапе работы были получены частицы кремнезема в щелочной (метод Штобера) и кислой среде. Обе методики являются широко известными, характеризуются простотой, доступностью реагентов. Их основное отличие по данным [1,2] сводится к различной схеме поликонденсации, и как следствие, получению целевого продукта с различными поверхностными свойствами и дисперсностью. Методика Штобера и подробное описание синтеза приведены в [3], текстурные характеристики полученных образцов представлены в [4]. Второй способ синтеза кремнезема осуществлялся в сильнокислой среде, так как при pH менее 1,8 в качестве ионизированной формы выступают катионы $(\text{OH})_3\text{SiH}_2^+$ [5], при этом скорость гидролиза становится больше скорости конденсации. В отличие от метода Штобера (**метод 1**) при солянокислом гидролизе (**метод 2**) должны получаться частицы более пористые, но с большим распределением частиц по размеру.

В работе использовались следующие реагенты и растворители: этиловый спирт (чистота 98%), тетраэтоксисилан (TEOS) (Acros, чистота 98%), соляная кислота (2M, Panreac CAS 7647-01-0), аммиак (25 % раствор).

Методика синтеза с использованием в качестве катализатора соляной кислоты сводилась к следующему: при постоянном перемешивании к 10 г тетраэтоксисилана добавлено 6,78

г этилового спирта, 2,163 г дистиллированной воды и 0,24 г 2М соляной кислоты. При интенсивном перемешивании в течение 12 мин происходит гомогенизация реакционной смеси. Далее раствор нагревается до температуры, не превышающей 70 °С, и выдерживается в течение 120 минут. Затем реакционная смесь остужается до температуры 25 °С, охлаждение осуществляется таким образом, чтобы время охлаждения не превышало 10 минут. Далее в реакционную смесь вносится 4,27 г воды. Смесь перемешивается в течение 40 минут, и переносится в чашу для гелеобразования. Гелеобразование идет не менее 4 суток, полученный продукт переносится в аппарат Сокслета, в котором осуществляется экстракция непрореагировавших исходных реагентов и катализатора, экстракция осуществляется бидистиллированной водой. Полученный кремнезем высушивается до постоянной массы в пистолете Фишера при пониженном давлении, при температуре, не превышающей 80 °С.

Текстульные характеристики полученных образцов кремнезема были определены методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота и представлены на рис. 1 и в табл. 1.

Таблица 1. Текстульные характеристики исследуемых образцов кремнезёмов.

Образцы кремнезема, полученные	Удельная поверхность, $S_{БЭТ}$, м ² /г	Суммарный объем пор с диаметром		Средний диаметр пор, $D_{ср}^{**}$, нм
		V_{total} , см ³ /г	менее нм	
Метод 1	10.40	0.017	150	6.53
Метод 2	46.72	0.162	140	13.87
С темплатом фруктозой	347	0.833	159	9.07
С темплатом Твин 80	3.00	0.007	188	20.44

* – определяется при фиксированном давлении азота $P/P_0 = 0,9817$.

** – $4V_{адс}/A_{БЭТ}$

Частицы кремнезёмов, полученные по методу Штобера и из солянокислой суспензии, очень отличаются по своим текстурным параметрам. Частицы кремнезема, полученные по методу 1, характеризуются в 4 раза большей удельной поверхностью и имеют в 2 раза больший объем пор по сравнению с аналогичными параметрами частиц, синтезированных методом 2. Согласно классификации пор по размерам, предложенной Дубининым (микропоры имеют размер менее 2 нм, мезопоры — и интервале от 2 до 50 нм, макропоры — свыше 50 нм [6], полученные кремнеземы следует относить к мезопористым материалам.

Кроме того, для частиц, полученных при использовании в качестве катализатора соляной кислоты характерно бимодальное распределение частиц по размеру. Очевидно, что низкая скорость конденсации приводит к формированию трехмерного геля, более пористым частицам. Вид представленных изотерм низкотемпературной адсорбции азота (см. рис. 1 графического приложения) свидетельствует о мезопористой поверхности полученных образцов.

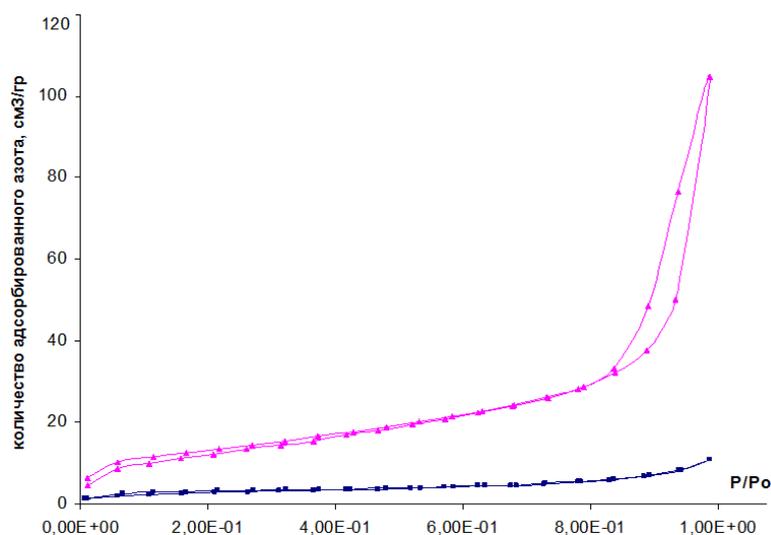


Рис. 1. Изотермы адсорбции – десорбции N_2 при 77 К на образцах кремнезёмов, полученных солянокислым гидролизом (розовая линия), по методу Штобера (синяя линия)

Следует также отметить, что метод синтеза кремнезёмов отразился, как и на размере частиц (ожидаемо), так и на состоянии поверхности (ζ -потенциал, количество гидроксогрупп) (см. табл. 2).

Таблица 2. Размер и ζ -потенциал частиц кремнезёма.

Система	Гидродинамический диаметр, нм	%	ζ -Потенциал, мВ	%
H ₂ O - кремнезём, полученный методом 1	180	100	-31,4	100
H ₂ O - кремнезём, полученный методом 2	217 44.74	93.2 6.8	-26.0 -7.59	84.9 15.1
ПАВ- кремнезём, полученный методом 1	605	100	-27.1	100
ПАВ - кремнезём, полученный методом 2	650 4	91 9	-15 -60	49 41

* концентрация ПАВ в исследуемой системе составила 6%

Значение электрокинетического потенциала и поверхностного заряда частиц зависит от положения химических равновесий с участием силанольных групп $\equiv \text{SiOH} + \text{OH}^- \longleftrightarrow \text{SiO}^- + \text{H}^+ \equiv \text{SiOH} + \text{H}^+ \longleftrightarrow \text{SiOH}_2^+$ и их взаимного соотношения. Следует отметить, что для достижения конечной цели проекта, синтезируемые частицы должны обладать рядом свойств, среди которых высокая удельная поверхность (частицы, полученные с HCl), высокая флотационная способность (частицы, полученные с HCl), высокая устойчивость (частицы, полученные с NH₃), узкое распределение частиц по размеру (частицы, полученные с NH₃). Оба образца не в полной мере соответствуют заданным критериям, однако теоретически предсказать, какие из критериев будут иметь более существенное значение при формировании мицелл с ПАВ и как это отразится на сорбционной емкости разрабатываемых материалов по отношению к нефтепродуктам, невозможно. Поэтому следующим этапом работы являлось исследование особенностей взаимодействия полученных кремнезёмов и анионными ПАВ и оценка их сорбционной емкости.

В связи с потенциальной высокой практической значимостью в качестве ПАВ использовали пенообразователь ПО-6ТС (марка А). Основным химическим компонентом пенообразователя являются триэтаноаминовые соли алкилсульфатов, общей формулой $\text{ROSO}_3\text{NH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$, R- углеводородный радикал C₁₀-C₁₆. По своей природе указанное поверхностно-активное вещество является анионным, и, следовательно, ROSO_3 -радикал, полярной своей частью не может адсорбироваться на кремнеземе по причине электростатического отталкивания (см. таблицу 2). Следовательно, адсорбция на поверхности частиц возможна за счет углеводородного радикала или катиона. Из таблицы (2) видно, что в системе, содержащей кремнезём, полученный методом 2, при введении ПАВ формирует два типа частиц: крупные с гидродинамическим радиусом 650нм, и мелкие с гидродинамическим диаметром около 4 нм. С учетом величины электрокинетического потенциала (см. таблицу 2) можно предположить, что наряду с формированием самоорганизующихся частиц кремнезёма с ПАВ ($d=650$ нм, $\zeta=-15$ мВ) за счет гидрофобных взаимодействий образуются мицеллоподобные олигомерные структуры ПАВ ($d=4$ нм, $\zeta=-60$ мВ). Независимо от метода получения кремнезёма, введение ПАВ в исследуемые системы приводит к увеличению ζ -потенциала, что говорит о нейтрализации заряда поверхности кремнезёма, что скорее всего обусловлено адсорбцией катиона соли на частицах кремнезёма. Следует отметить, что столь существенное увеличение гидродинамического радиуса частиц в растворе ПАВ для всех кремнезёмов позволяет утверждать, что сформированные частицы включают не только кремнезём с адсорбированными катионами $+\text{NH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$, а также оказывается ориентированным и углеводородный остаток ПАВ. Длина аниона $\text{ROSO}_3\text{NH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$ с R=C₁₆ составляет порядка 0,31 нм, т.е. при условии

мономолекулярной адсорбции полученный гипотетический диаметр частицы кремнезема не совпадает с измеренным (см. табл. 3), следовательно, образуются более сложные самоорганизующиеся системы, включающие гидраторазделенные пары или гемимицеллы.

Таблица 3. Сорбционная способность кремнезёмов и гемимицелл анионных ПАВ на поверхности кремнезёмов в воде по отношению к бензину.

Адсорбент	Количество бензина оставшегося в растворе	Количество адсорбированного бензина	Сорбционная емкость
кремнезём, полученный методом 1	0,000557	0,00471	11,8
кремнезём, полученный методом 2	0,000438	0,00483	12,1
ПАВ - кремнезём, полученный методом 1	0,00365	0,00161	4,0
ПАВ - кремнезём, полученный методом 2	0,00163	0,00364	9,1

Обращает на себя внимание значительно большее изменение ζ -потенциала по сравнению с исходным, зарегистрированное для частиц ПАВ с кремнезёмом, полученном солянокислым гидролизом. На наш взгляд основная причина наблюдаемого явления – большая удельная поверхность, пористость и большой размер частиц, вероятно, обеспечивающие более сильное взаимодействие с катионом ПАВ. Полученные сведения позволяют предложить следующую схему, образующихся на кремнеземе гемимицелл.

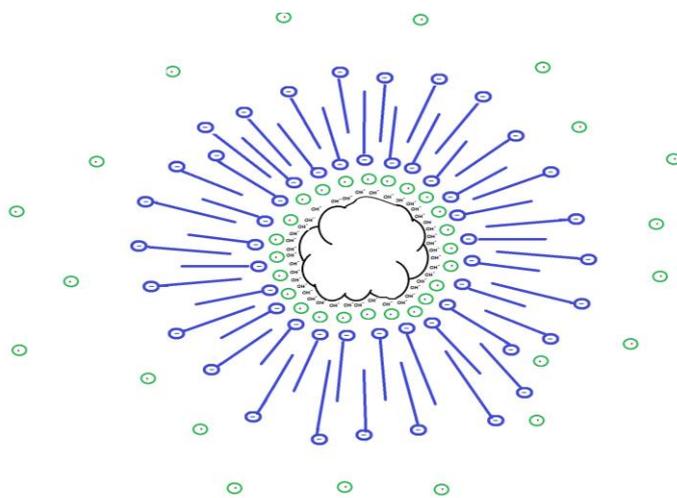


Рис. 2. Схематическое изображение гемимицелл анионных ПАВ на кремнеземах

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Control of physical structure of silica-alumina catalyst Ashley, K.D. and Inns, W.B., Ind. Eng. Chem., 1952, vol. 44, no. 12, pp. 2857–2863.
2. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезём Н.А.Шабанова, П.Д. Саркисов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. -328 с.
3. Таратанов Н.А., Лебедева Н.Ш., Потемкина О.В. Способ модификации наноразмерного диоксида кремния для создания огнетушащих составов двойного назначения // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2016. №1. с. 66-70.
4. Лебедева Н.Ш., Потемкина О.В., Таратанов Н.А., Баринаева Е.В. Нефтесорбенты на основе кремнезема, работающие в условиях пожара // Перспективные материалы. 2016. №2. с. 23-29.
5. Synthesis and characterization of a new starch/SnO₂ nanocomposite for efficient adsorption of toxic Hg²⁺ metal ion Mu. Naushad., Tansir Ahamad et al. Chemical Engineering Journal. 2016. pp. 306-316.
6. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М.: Мир. 1970. 480 с.

УДК 542.87

ПОТЕНЦИАЛЫ РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТВОРОВ LiAsF_6 В СМЕШАННОМ РАСТВОРИТЕЛЕ ПРОПИЛЕНКАРБОНАТ-АЦЕТОНИТРИЛ

М. Д. Чекунова¹, Е. Ю. Тюнина²

¹ ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

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

Определена область электрохимической устойчивости для растворов 0,5 м LiAsF_6 в смешанном растворителе пропиленкарбонат-ацетонитрил. Потенциалы разложения в катодной области характеризуются выделением лития и зависят от ион-молекулярных взаимодействий в исследуемой системе, анодные потенциалы разложения связаны с окислением растворителя.

Ключевые слова: гексафторарсенат лития, пропиленкарбонат, ацетонитрил, электрохимическая стабильность

THE POTENTIAL OF DECOMPOSITION OF SOLUTIONS OF LiAsF_6 IN MIXED SOLVENT PROPYLENE CARBONATE-ACETONITRILE

M. D. Chekunova, E. Yu. Tyunina

The region of electrochemical stability for solutions of 0,5 m LiAsF_6 in mixed solvent propylene carbonate-acetonitrile is defined. The potentials of decomposition in cathode region are characterized by lithium precipitation and are depended from ion-molecular interactions in system, the anodic potentials of decomposition are connected with solvent oxidation.

Keywords: lithium hexafluoroarsenate, propylene carbonate, acetonitrile, electrochemical stability

Область потенциалов, в которой электролит электрохимически инертен, является важным критерием выбора электролита для электрохимических устройств, таких как конденсаторы, аккумуляторы, источники тока. Электролиты для литиевых аккумуляторов должны быть совместимыми как с отрицательным электродом, так и с материалом положительного электрода, и обладать областью электрохимической стабильности не менее 4 В. Данная работа, в которой исследована электрохимическая стабильность растворов гексафторарсената лития с молярной концентрацией 0,5 моль/кг по всему составу смешанного растворителя пропиленкарбонат-ацетонитрил при температуре 298.15 К, является продолжением изучения свойств системы пропиленкарбонат-ацетонитрил [1, 2].

В работе использовали соль LiAsF_6 , синтезированную по методике, описанной в [3]. Полученную соль перекристаллизовывали из ацетонитрила («хч») и сушили в вакууме в два этапа: сначала при медленном (в течение 6 -7 час.) увеличении температуры от 303.15 до 363.15 К, а затем при 368.15 К в течение 24-26 час. Пропиленкарбонат (ПК) «х.ч.» выдерживали в атмосфере аргона над молекулярными ситами (типа 4Å) в течение 2 суток и подвергали перегонке при пониженном давлении. Ацетонитрил (АН) «х.ч.» осушали фосфорным ангидридом в течение 2 суток и подвергали двухкратной перегонке, последняя проводилась над поташем. Качество полученных растворителей на содержание воды контролировали титрованием по методу Фишера [4]. Концентрация воды в исследуемых растворителях не превышала 0.005 %. Приготовление растворов и проведение измерений выполняли без контакта с атмосферой. Растворы готовили весовым методом, используя весы «Sartorius-ME215S» (точность взвешивания 1×10^{-5} г) с учетом приведения веса к вакууму. Потенциалы разложения электролитных растворов измеряли в термостатируемой трехэлектродной ячейке, деаэрируемой аргоном при 298.15 К. В качестве рабочего и вспомогательного электродов использовали платину,

впянную в стекло. Потенциалы рабочего электрода измеряли относительно серебряного электрода в растворе, содержащем 0.01 моль/л AgNO₃ и 0,5 моль/л LiAsF₆ в ацетонитриле (E = 0.305 В отн. хлоридсеребряного электрода). Вольт-амперные характеристики снимали со скоростью 0.01 В/с на потенциостате ПИ-50-1. Для определения потенциалов разложения электролитного раствора логарифмические участки поляризационных кривых экстраполировали до величины тока 10⁻⁵ А/см² [5]. Точность измерения потенциалов составляла ± 2.5÷5 мВ.

Экспериментальные данные проведенных исследований представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1. Потенциалы разложения раствора LiAsF₆ (C_μ=0,5 моль/кг) в бинарном растворителе пропиленкарбонат–ацетонитрил при 293,15 К (x₂ – мольная доля ацетонитрила)

x ₂	E _к	E _а	ΔE
0	-3,4	2,1	5,5
0,5	-3,3	2,0	5,3
1	-3,7	2,2	5,9

Анодный предел разложения растворов исследуемой электролитной системы определяется реакцией окисления растворителей. В результате окисление пропиленкарбоната происходит образование интермедиатов за счет раскрытия кольца в структуре растворителя [6]. Менее ясна природа реакций, происходящих при анодной поляризации растворов ацетонитрила [7]. Однако значение анодного потенциала разложения исследуемых растворов практически не зависит от содержания в системе ацетонитрила.

Катодная область устойчивости электролита в апротонных растворителях ограничивается потенциалом восстановления катиона, согласно реакции:



Системы LiAsF₆ – ПК и LiAsF₆ – АН характеризуются существенным отрицательным значением катодного потенциала разложения, что связано с разрядом ионов лития - металла, являющегося самым сильным восстановителем. Катодный предел разложения для системы LiAsF₆ – пропиленкарбонат составляет -3,4 В, а для LiAsF₆ – ацетонитрил – -3,7 В.

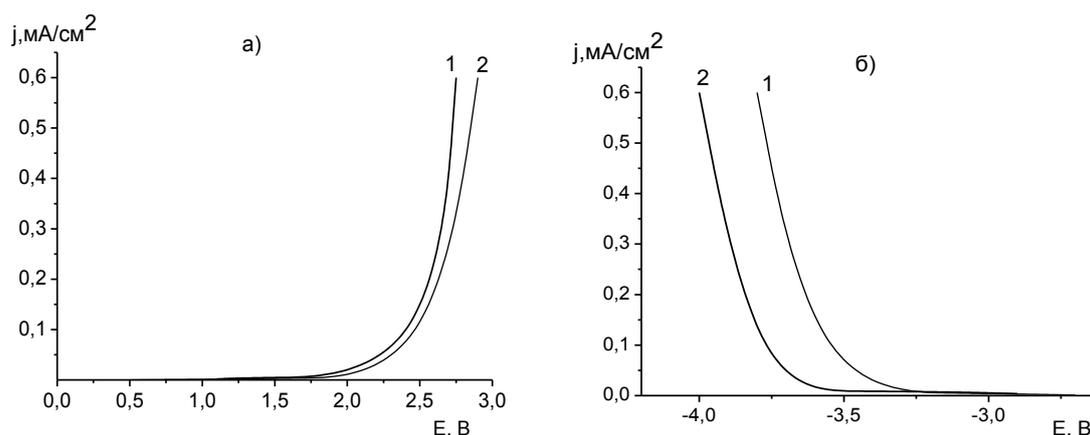


Рис. 1. Анодные (а) и катодные (б) вольт-амперные кривые в растворах:
 1- 0,5 м LiAsF₆ – пропиленкарбонат; 2 - 0,5 м LiAsF₆ – ацетонитрил.

Интересно отметить, что катодный потенциал разложения раствора гексафторарсената лития в ацетонитриле немного более отрицательней, чем катодный потенциал разложения раствора гексафторарсената лития в пропиленкарбонате. Это может быть связано с различной

сольватацией электроактивных ионов лития, как одного из факторов, определяющих электрохимические процессы. Большие по размеру ионы AsF_6^- практически не сольватируются, что может быть связано с меньшей напряженностью электрического поля вокруг иона AsF_6^- , по сравнению с ионом лития [8]. Часть молекул растворителя удерживается ионами лития, причем, по всей видимости, число сольватации ионов лития больше в ацетонитриле, чем в пропиленкарбонате. В результате этого требуются дополнительные затраты энергии на их десольватацию до прохождения электрохимической реакции восстановления ионов лития. В растворах, в которых содержание ацетонитрила меняется от 0,2 до 0,8 м.д., видимо происходит процесс пересольватации ионов лития, что сказывается на значениях потенциала восстановления.

В предыдущей работе [9] было показано, что в исследуемых растворах гексафторарсената лития в смешанном растворителе ПК-АН реализуется ион-миграционный механизм переноса заряда. На первый взгляд можно сделать вывод, что данные по электропроводности исследуемой системы (рис. 2) находятся в противоречии с результатами исследования потенциалов разложения. Согласно ион-миграционному механизму переноса заряда, электропроводность должна быть выше в тех растворах, где ион менее сольватирован, то есть менее сольватированному иону легче будет совершить прыжок из одного положения равновесия в другое под действием электрического поля согласно теории Эйринга [10]. Однако не маловажное значение имеет вязкость среды, в которой перемещаются ионы. Ион лития более сольватирован в ацетонитриле, чем в пропиленкарбонате, исходя из катодных потенциалов разложения, но ацетонитрил обладает незначительной вязкостью, а именно в 7 раз меньшей по сравнению с пропиленкарбонатом ($\eta(\text{АН})=0.347 \cdot 10^{-3}$ Па·с, $\eta(\text{ПК})=2.51 \cdot 10^{-3}$ Па·с при 298,15 К [11]), что приводит к существенному увеличению электропроводности гексафторарсената лития в ацетонитриле по сравнению с растворами пропиленкарбоната (рис. 2).

Таким образом, растворы гексафторарсената лития в смешанном растворителе обладают достаточно широкой областью электрохимической устойчивости и являются перспективными электролитами для литиевых аккумуляторов. При выборе состава смешанного растворителя необходимо учитывать транспортные свойства исследуемой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диэлектрические свойства системы пропиленкарбонат-ацетонитрил. Чекунова М. Д., Тюнина Е.Ю. Актуальные вопросы естествознания. Материалы II Межвузовской научно-практической конференции. 2017. С.26-28.
2. Физико-химические свойства бинарных растворов пропиленкарбонат-ацетонитрил в интервале 253,15-313,15 К. Тюнина Е. Ю., Чекунова М. Д. Журнал физической химии. 2017. Т.91. № 5. С.845-851.
3. Electrochemical properties of lithium hexafluoroarsenate in methyl acetate various temperatures. Tyunina E. Yu., Chekunova M. D. Journal of Molecular Liquids. 2013. V. 187. P. 332-336.
4. Спутник химика. Гордон А., Форд Р. Пер. с англ. М.: Мир. 1976. 541с.

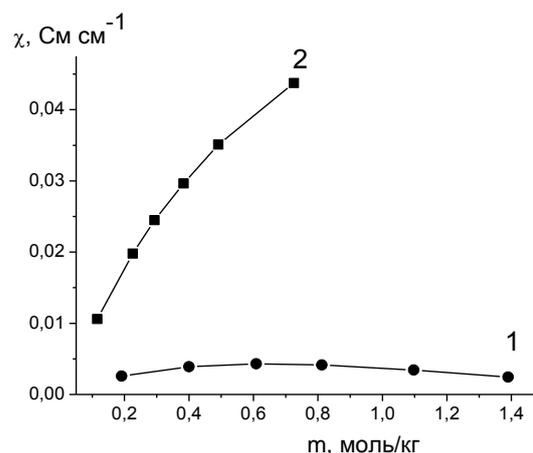


Рис. 2. Концентрационные зависимости удельной электропроводности для систем: 1 - LiAsF_6 – пропиленкарбонат; 2 - LiAsF_6 – ацетонитрил $T=293.15$ К

5. Электровыделение металлов из неводных растворов. Фиалков Ю.А., Грищенко В.Ф. Киев: Наук. думка, 1985. 240 с.
6. Oxidation of propylene carbonate containing LiBF_4 or LiPF_6 on LiCoO_2 thin film electrode for lithium batteries. Kanamura K., Umegaki T., Ohashi M., Toriyama S., Shiraishi S., Takehara Z. *Electrochimica Acta*. 2001. V. 47. P. 433-439.
7. Электрохимия металлов в неводных растворах / Под. ред. Колотыркина Я. М. М.: Мир, 1974. 440 с.
8. Электрохимия растворов. Измайлов Н. А. М.: Химия, 1966. 576 с.
9. Механизм переноса заряда в растворах LiAsF_6 в смешанном растворителе пропилен-карбонат-ацетонитрил. Чекунова М. Д., Тюнина Е.Ю. Информационная среда вуза. 2015. № 1. С.724-727.
10. Теория абсолютных скоростей реакций. Глесстон С., Лейдер К., Эйринг Г. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1948. 583 с.
11. Физико-химические свойства электролитных неводных растворов. Карапетян Ю. А., Эйчис В. Н. М.: Химия, 1989. 256 с.

УДК 519.6

ПРОБЛЕМА ПРИМЕНЕНИЯ ЗАКОНА ОМА ДЛЯ ЗАМКНУТОЙ ЦЕПИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ИСТОЧНИК ТОКА

О. В. Иванова¹, С. В. Кулиш²

¹МБОУ ЛИЦЕЙ № 15 г. Химки

²ФГБОУ Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

В общепринятой методике расчёта замкнутых электрических цепей предполагается постоянство внутреннего сопротивления и электродвижущей силы /ЭДС/ источника тока и вопрос о возможных изменениях этих параметров не ставится даже в строгих учебниках по физике. Расчётно-экспериментальным путём получены зависимости ЭДС и внутреннего сопротивления источника от силы тока в замкнутой цепи. Из рассмотрения полученных результатов делается вывод о том, что ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока нельзя считать постоянными и независимыми от тока, проходящего через источник.

Ключевые слова: электродвижущая сила, внутреннее сопротивление источника

THE USE OF OHM'S LAW FOR CLOSED CIRCUIT CONTAINING A NON-IDEAL CURRENT SOURCE

O. V. Ivanova, S. M. Kulish

In the conventional method of calculation of closed electrical circuits assumes a constant internal resistance and electromotive force (EMF) of the current source and the question about possible changes of these parameters is not raised even in strict textbooks in physics. Calculation and experimentally obtained dependences of the electromotive force and internal resistance of the current source from the current in the closed circuit. From consideration of the results obtained it is concluded that the EMF and the internal resistance of the source current cannot be considered constant and independent of the current passing through the source.

Keywords: electromotive force, internal resistance of source

Цель работы – исследование вопросов постоянства или непостоянства ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока при применении закона Ома для замкнутой электрической цепи.

В работе предложена и апробирована новая модель расчёта параметров источника тока (его внутреннего сопротивления и электродвижущей силы /ЭДС/), не имеющая недостатков общепринятой методики расчёта, которая отражена в литературе по расчётам электрических цепей и, в частности, используется при проведении лабораторной работы в 10 кл. по определению параметров источника [1]. Общепринятая модель расчёта параметров источника тока подразумевает строгое выполнение закона Ома для замкнутой цепи, базирующегося на предположении постоянных значений внутреннего сопротивления источника и его ЭДС. Однако предполагаемое постоянство параметров источника в учебной литературе и пособиях по расчёту замкнутых электрических цепей не доказано и вопрос о возможных изменениях его параметров вообще обходится (не ставится даже в строгих учебниках по физике [2]). Известные доказательства закона Ома для замкнутой цепи фактически основаны на том, что общее сопротивление последовательно включённых внутреннего и внешнего сопротивлений равно их арифметической сумме, что безусловно верно для линейных сопротивлений. Но предполагать, что внутреннее сопротивление источника будет линейным, прямых оснований нет. Также нет оснований заранее предполагать постоянство и независимость ЭДС от силы тока через источник.

Решение этих вопросов имеет большое значение для расчёта замкнутых электрических цепей и, в первую очередь, для расчёта автоматических прерывателей цепей при достижении критических значений тока, которые обычно (стандартно) рассчитываются при учёте постоянства внутреннего сопротивления и ЭДС источника тока. Современные автоматические выключатели, рассчитанные по стандартной методике, не будут срабатывать и длительное воздействие реального тока короткого замыкания может привести к аварийным ситуациям - расплавлению и разрушению проводов, воспламенению их изоляции и пожарам.

Участившие пожары в различных бытовых и промышленных электрических цепях, о которых в последние годы сообщается в средствах массовой информации, могут быть связаны с меняющимися значениями параметров источников тока (на изменение которых не рассчитаны прерыватели цепей), что подтверждает актуальность и практическую значимость выполняемой работы, в которой решение поставленного вопроса возведено в ранг решения проблемы применения интегрального закона Ома для расчёта замкнутых электрических цепей с различными источниками тока.

В настоящее время выполнение или невыполнение закона Ома в случае нелинейного поведения внутреннего сопротивления источника тока можно считать неустановленным. В экспериментах сравнительно легко контролировать линейность и величину внешнего сопротивления. Величины же сопротивлений серийно выпускаемых резисторов могут отличаться от номинального значения до 20% в зависимости от класса точности резистора. Ограничиваться предположением о такой величине погрешности, как это часто предполагается в описаниях лабораторных работ, мы считаем крайне нецелесообразным. Наши исследования показали, что в рамках допустимой рассеиваемой мощности сопротивление серийных резисторов стабильно с точностью не хуже 0,1%. Измерения сопротивлений и напряжений мы делали с помощью современных мультиметров, обеспечивающих точность измерений не хуже 0,05%.

В случае источника тока, включенного в замкнутую цепь, затруднительно однозначно и независимо определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника в общем случае. Обычно предполагают, что «черный ящик» – неидеальный источник напряжения (рис. 1а) – можно заменить «эквивалентной» схемой – последовательно включенными идеальным источником постоянного напряжения и резистором постоянного сопротивления (рис. 1б). Однако в

этом случае остается открытым вопрос о смысле и границах применимости такой «эквивалентности».



Рис. 1. а) простейшая схема замкнутой цепи и б) её модель с источником постоянной ЭДС без внутреннего сопротивления и последовательно включенного постоянного внутреннего сопротивления r

Не вызывает сомнения закон Ома $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ для замкнутой цепи эквивалентной схемы. В частности, ток короткого замыкания $I_{кз} = \frac{\mathcal{E}}{r}$ (при значении внешнего сопротивления $R = 0$). Однако для реального источника мы имеем принципиально иной случай. В этом законе две величины – ЭДС и внутреннее сопротивление в общем случае не могут быть определены независимо и однозначно. Тем не менее, обычно по умолчанию считают ЭДС константой в широком диапазоне тока – от нулевого (без нагрузки, т.е. при $R = \infty$) до тока короткого замыкания $I_{кз} = \frac{\mathcal{E}}{r}$ при $R = 0$ или до максимально допустимого (учитывая соображения безопасности).

При этом прямое измерение ЭДС будет возможно только, если мы измеряем напряжение U при отсутствии резистора R идеальным вольтметром (или, что тоже самое, считая, что при $R = \infty$ будет $\mathcal{E} = U$). Такое определение ЭДС в рамках общепринятой модели позволяет однозначно вычислить внутреннее сопротивление источника $r = \frac{\mathcal{E}}{I} \square R = \frac{\mathcal{E}-U}{I} = R \cdot \frac{\mathcal{E}-U}{U}$, а также ток короткого замыкания $I_{кз} = \frac{\mathcal{E}}{r}$.

Нами проводились исследования на установке, собираемой из различного набора пар внешних сопротивлений R_1, R_2 и гальванического элемента, и предлагается алгоритм вычисления внутреннего сопротивления r и ЭДС \mathcal{E} , учитывающий соответствующие значения напряжений U_1 и U_2 .

Предполагая выполнимость закона Ома $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ для замкнутой цепи, путем алгебраических преобразований получаем:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = \frac{r \cdot U_1 + U_1 \cdot R_1}{R_1} ; \mathcal{E} = \frac{r \cdot U_2 + U_2 \cdot R_2}{R_2} ; \mathcal{E} = \frac{U_1 \cdot U_2 \cdot (R_1 - R_2)}{R_1 \cdot U_2 - R_2 \cdot U_1} ; \\ r = \frac{\mathcal{E} \cdot R_1 - U_1 \cdot R_1}{U_1} ; r = \frac{\mathcal{E} \cdot R_2 - U_2 \cdot R_2}{U_2} . \end{cases}$$

Ниже на рис. 2 приведены результаты измерений и вычислений ЭДС \mathcal{E} и внутреннего сопротивления r гальванического элемента, а на рис. 3 и 4 представлены графики зависимостей ЭДС и внутреннего сопротивления от силы тока через источник.

$\varepsilon = \frac{U_1 U_2 (R_1 - R_2)}{R_1 U_2 - R_2 U_1}$	$\varepsilon = \frac{r U_1 + U_1 R_1}{R_1}$	$\varepsilon = \frac{r U_2 + U_2 R_2}{R_2}$	$r = \frac{\varepsilon R_1 - U_1 R_1}{U_1}$	$r = \frac{\varepsilon R_2 - U_2 R_2}{U_2}$	$I_k = \frac{U_k}{R_k}$	$\varepsilon = \frac{U_1 U_2 (R_1 - R_2)}{R_1 U_2 - R_2 U_1}$	$r = \frac{\varepsilon R_1 - U_1 R_1}{U_1}$
1,635677015	1,635677015	1,635677015	3,241952777	3,241952777	0,196078	1,635677015	3,241952777
1,573667426	1,573667426	1,573667426	2,902050114	2,902050114	0,194231	1,573667426	2,902050114
1,596	1,596	1,596	2,8	2,8	0,3325	1,596	2,8
1,550106952	1,550106952	1,550106952	2,780748663	2,780748663	0,41	1,550106952	2,780748663
		$I_k = \frac{U_k}{R_k}$	$\varepsilon = \frac{U_1 U_2 (R_1 - R_2)}{R_1 U_2 - R_2 U_1}$	$r = \frac{\varepsilon R_1 - U_1 R_1}{U_1}$			
		0,194230769	1,573667426	2,902050114			
		0,196078431	1,635677015	3,241952777	Ток - в амперах		
		0,3325	1,596	2,8	ЭДС - в вольтах		
		0,41	1,550106952	2,780748663	г - в омах		

Рис. 2. Результаты измерений и вычислений ЭДС и внутреннего сопротивления гальванического элемента

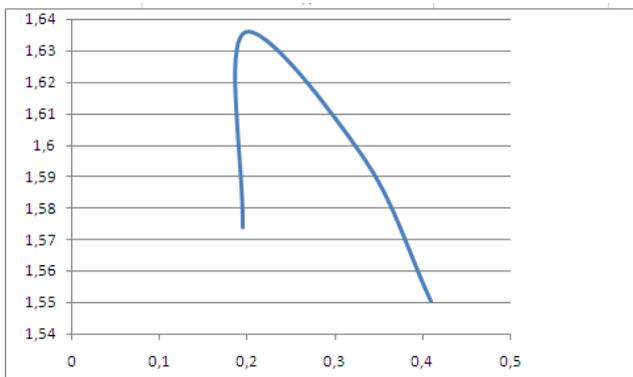


Рис. 3. Зависимость ЭДС источника от силы тока

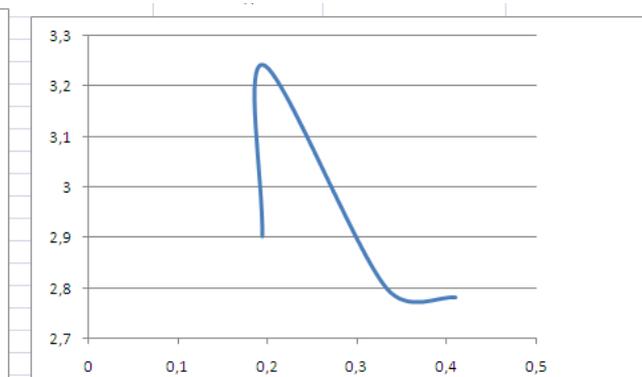


Рис. 4. Зависимость внутреннего сопротивления источника от силы тока

Так как погрешность измерений цифровым мультиметром не превышает 0,1%, то из рассмотрения графиков рис. 3 и 4 можно сделать вывод о том, что ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока нельзя считать постоянными и независимыми от силы тока, проходящего через источник.

Заметим также, что если бы мы использовали обычные стрелочные школьные вольтметры и амперметры, то их точность измерений была бы совершенно недостаточна для построения достоверных и достаточно точных графиков.

Проведенные предварительные эксперименты показали, что измеренное и вычисленное значения тока короткого замыкания могут для разных гальванических элементов отличаться на величину от 10 до 30% и более.

Практическая значимость работы заключается в применении полученных результатов исследования при расчете и эксплуатации автоматических выключателей замкнутых электрических цепей, содержащих источники тока, для предотвращения аварийных и пожароопасных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мякишев Г.Я. и др. ФИЗИКА. Учебник для 10 класса общеобразовательных учреждений (базовый и профильный уровни). - 18-е изд. - М.: Просвещение, 2009. С. 352 -354.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. - М.: ФИЗМАТЛИТ РАН. 1996. Т3 (часть 1, С. 168 - 177).

УДК 621.3

СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

А. В. Ганина, К. В. Семенова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Рассмотрено явление сверхпроводимости и возможности использования этого явления в различных областях.

Ключевые слова: сверхпроводимость, сопротивление вещества, кабельная промышленность, поезд на магнитной подушке

SUPERCONDUCTING MATERIALS AND OPPORTUNITIES FOR THEIR APPLICATION

A. V. Ganina, K. V. Semenova

The phenomenon of superconductivity and the possibility of using this phenomenon in various fields are considered.

Key words: superconductivity, substance resistance, cable industry, magnetic cushion train

Сверхпроводимость – физическое явление, наблюдаемое у сверхпроводников при охлаждении их ниже критической температуры, когда электрическое сопротивление постоянному току становится равным нулю и происходит выталкивание магнитного поля из объема образца. Это явление впервые было обнаружено сто лет назад голландским физиком Камерлинг-Оннесом. Он заметил, что при охлаждении ртути в жидком гелии её сопротивление сначала меняется постепенно, а затем при температуре 4,1 К резко падает до нуля (рис. 1). Вскоре он понял, что другие металлы, такие как олово, свинец или алюминий, также являются сверхпроводниками.

Впоследствии было открыто много других сверхпроводников. Сюда относится более двадцати металлов (сверхпроводники первого рода), десятки тысяч металлических сплавов и интерметаллических соединений (сверхпроводники второго рода). Более половины основных элементов периодической таблицы становятся сверхпроводящими, если они охлаждены до достаточной температуры (табл. 1). Для увеличения температуры перехода в сверхпроводящее состояние используют сплавы и синтезируют новые вещества. Так у чистого ниобия температура перехода в сверхпроводящее состояние равна примерно 9 К, у сплава ниобий-олово примерно 18 К, ниобий-германий примерно 23 К. Сегодня сверхпроводимость является чрезвычайно активной областью исследований, которая включает в себя создание новых сверхпроводников материалов и поиск новых приложений. На протяжении всей истории исследований сверхпроводимости химики и физики работали над изобретением и испытанием сверхпроводящих материалов для повышения производительности: металлов, которые становятся сверхпроводниками при более высокой температуре или могут противостоять более высоким магнитным полям и сильным электрическим токам.

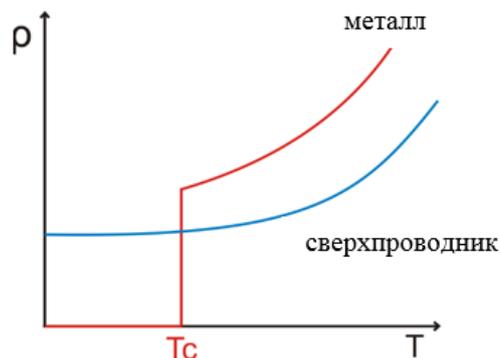


Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления от температуры

Таблица 1. Критические температуры перехода в сверхпроводящее состояние

Сверхпроводники 1 рода	T, К	Сверхпроводники 2 рода	T, К
Титан Ti	0,37	CuS	1,6
Цинк Zn	0,79	PbTl	3,8
Алюминий Al	1,14	Mo ₂ N	5
Таллий Tl	2,38	NbB	6
Олово Sn (белое)	3,73	MoNe	8 – 12
Ртуть Hg	4,15	NbTi	9,3
Лантан La	4,71	NbZr	10,5
Свинец Pb	7,22	V ₃ Si	16,9 -17,1
Технеций Tc	11,2	NbSn	18

Большинство проводников, используемых в современных установках энергосистемы, например, генераторах, трансформаторах, линиях передач, кабелях, электродвигателях представляют собой медь или алюминий. Они имеют сопротивление R , которое ограничивает возможность электрических установок. По закону Джоуля – Ленца, количество теплоты, выделяющееся при прохождении электрического тока по проводнику, возрастает пропорционально его длине и электрическому сопротивлению, что приводит к огромным потерям. Если существовал бы проводник без потерь, мы смогли бы сделать электрооборудование более эффективным. Сверхпроводник, который обладает нулевым сопротивлением, является многообещающим решением для инноваций на электрических объектах. Применение сверхпроводников в электрооборудовании даёт снижение массогабаритных показателей. Это очень важно для морских судов, для военного применения.

Важнейшей задачей, стоящей перед энергетикой, является создание эффективных и энергосберегающих систем передачи энергии [2].

Применение сверхпроводящего оборудования и технологий в электроэнергетике даёт возможность:

- сократить потери электроэнергии примерно в два раза;
- снизить массогабаритные показатели оборудования;
- повысить надежность и продлить срок эксплуатации электрооборудования за счет снижения старения изоляции;
- повысить надежность и устойчивость работы энергосистем;
- повысить качество электроэнергии;
- повысить уровень пожарной и экологической безопасности электроэнергетики;
- создать принципиально новые системы энергетики при совмещении с другими инновационными подходами за счет синергетического эффекта.

Существует два вида исполнения сверхпроводящих кабелей: с «теплым» и «холодным диэлектриком». Кабель с «теплым диэлектриком» конструктивно сходен с традиционным кабелем (рис. 2). Охлаждение высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) жил производится жидким азотом. Диэлектрик накладывается поверх криостата, что позволяет применять обычные изоляционные материалы. В кабеле с «холодным диэлектриком» ВТСП жила кабеля окружена коаксиальным сверхпроводящим экраном (также навитым из ВТСП лент), служащим для экранирования магнитного поля. Диэлектрик располагается между ВТСП жилой (жилами) и экранирующим слоем. Несомненным плюсом ВТСП кабелей с «холодным диэлектриком» является возможность размещения всех трех фаз в общем криостате (для класса напряжений до 35 кВ). Недостатками ВТСП кабеля с «холодным диэлектриком» является сложная технология изготовления и увеличенный расход сверхпроводящих материалов. Данная конструкция получила большее распространение среди разработчиков. На сегодняшний день во многих странах мира в опытно-промышленную эксплуатацию запущено несколько коротких ВТСП кабелей.

Существуют другие довольно перспективные проекты, реализация которых позволит сделать еще один шаг на пути к массовому применению ВТСП КЛ.

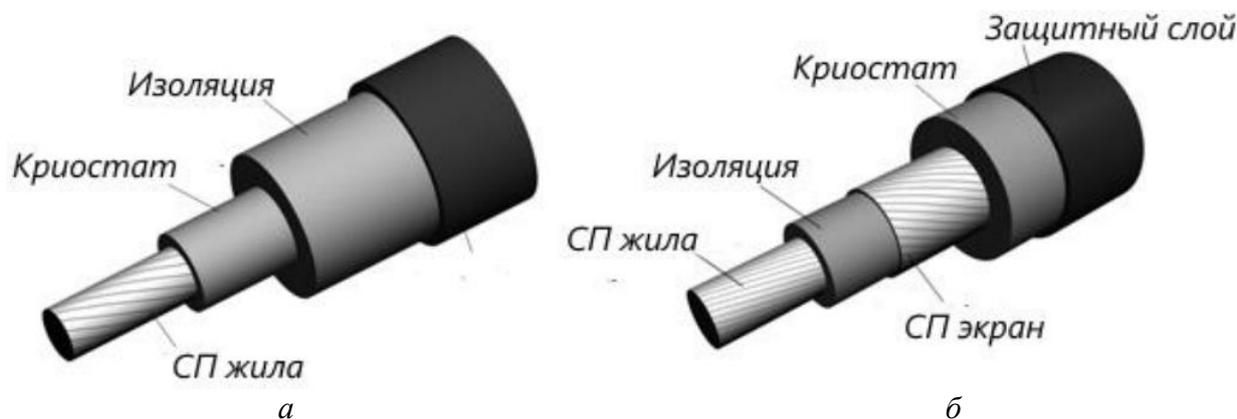


Рис. 2. Структура СП-кабелей с «теплым» (а) и «холодным диэлектриком» (б)

В процессе производства и передачи электроэнергии подвергается 3-4 кратному трансформированию. Получить высокое напряжение непосредственно на генераторе нельзя, поэтому после генератора электроэнергия поступает на повышающую трансформаторную подстанцию, где напряжение повышают до 110 кВ и более. Чем наибольшее расстояние надо передать электроэнергию, тем выше должно быть напряжение. Электрическая энергия передается при высоком напряжении с целью уменьшения потери. В местах потребления электроэнергии находятся понижающие трансформаторные подстанции. Передача той же мощности от электростанции в город по сверхпроводящему кабелю на низком напряжении (20 кВ) позволит убрать две подстанции и сэкономить земельные площади.

Однако сверхпроводящие кабели – это не только линии электропередачи. Низкотемпературные сверхпроводящие кабели применяют в сверхпроводящих магнитах, в том числе в магнитах ускорителей элементарных частиц. В производстве таких кабелей наша страна находится среди лидеров. Сверхпроводящие кабели, производимые в России, используются во многих международных научных проектах, например, при строительстве первого международного термоядерного реактора.

Самый быстрый поезд в мире - японский: он не касается железнодорожного полотна и использует сверхпроводники. Этот поезд поднимается на несколько дюймов над полотном дороги благодаря технологии, которая использует сильные магнитные поля, созданные сверхпроводящими катушками, расположенными и охлаждаемыми на борту. Вагоны идут со скоростью 500 км / ч с пассажирами, а рекорд скорости в 581 км / ч.

Еще на заре открытия сверхпроводимости было очевидно, что данное явление станет одним из главных направлений развития науки, поскольку дает человечеству много возможностей для развития других аспектов жизни. Каждое устройство, участвующее в генерировании, преобразовании и передаче электроэнергии можно заменить аналогичным сверхпроводящим, что и происходит, но пока только в ограниченном объеме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас технологий будущего. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, 2017.
2. Шувье Е.С., Егорова Н.Е. Оптимизация расчёта температурного поля тела простейшей формы методом конечных разностей // Актуальные вопросы естествознания: сб. материалов II Межвузовской научно-практической конференции (12 апреля 2017) / «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – Иваново, 2017 г. С. 196 – 199

УДК 544.623

**СОПОСТАВИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ
ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ПО-6ЦТ, ПО-6ТС-М И ПО-6РЗ**

Н. О. Кудрякова¹, А. Н. Предеин², Д. К. Сенченко², А. В. Мосюндз², Е. П. Гришина^{1,2}

¹ФГБУН Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Измерены и сопоставлены значения электропроводности и водородного показателя концентратов и 1, 3 и 6 об. % водных растворов синтетических углеводородных пенообразователей для тушения пожаров общего и целевого назначения.

Ключевые слова: пенообразователи для тушения пожаров, водные растворы, водородный показатель, электрическая проводимость

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF SOME PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES
OF FOAMING AGENTS FOR FIRE SUPPRESSION PO-6 PO-6CT,
PO-6TS-M AND PO-6RZ**

N. O. Kudryakova, A. N. Predin, D. K. Senchenko, A. V. Mosyundz, E. P. Grishina

The values of electrical conductivity and hydrogen index of concentrates and 1, 3 and 6 vol.% . % aqueous solutions of synthetic hydrocarbon foaming agents for fire suppression are measured and compared.

Key words: foaming agents for fire suppression, aqueous solutions, hydrogen index, electrical conductivity

Отечественная химическая промышленность выпускает достаточно большой ассортимент смачивателей и пенообразователей, в том числе пенообразователей для тушения пожаров. В этой группе химической продукции наиболее широко представлены универсальные синтетические углеводородные биоразлагаемые пенообразователи общего и целевого назначения, предназначенные для применения с использованием морской, жесткой и питьевой воды при тушении пожаров классов А и В. Такие пенообразователи поставляются потребителю в виде пенных концентратов, которые подлежат разбавлению водой в пеногенераторах и стационарных установках для пенного пожаротушения. Степень разбавления зависит от условий применения, при этом регламентированная рабочая концентрация пенообразователя может составлять от 0.5 до 6 об. % [1].

В данной работе дана сопоставительная характеристика пенообразователей для тушения пожара трех марок: ПО-6ЦТ, ПО-6ТС-М и ПО-6РЗ. Общая характеристика пенообразователей в соответствии с техническими условиями на данные продукты приведена ниже.

Пенообразователь ПО-6ЦТ (ТУ 0258-148-05744685-98). Является пенообразователем целевого назначения с повышенной огнетушащей способностью и предназначен для тушения пожаров классов А и В с применением пены низкой, средней и высокой кратности. Данный пенообразователь представляет собой водный раствор синтетических углеводородных анионных поверхностно-активных веществ со стабилизирующими добавками. Не содержит фторированные поверхностно-активные вещества для тушения пожаров.

Пенообразователь ПО-6ТС-М (морской) (ТУ 2481-188-05744685-2002). Универсальный синтетический углеводородный биоразлагаемый пенообразователь целевого назначения (тип S) с использованием морской, жесткой и питьевой воды при тушении пожаров классов А и В

с применением пены низкой, средней и высокой кратности. Представляет собой водный раствор смеси поверхностно-активных веществ со стабилизирующими добавками. Не содержит фторированные поверхностно-активные вещества для тушения пожаров.

Пенообразователь ПО-6РЗ (ТУ 20.41.20-001-78148123-2017). Синтетический углеводородный пенообразователь общего и целевого назначения широкого применения для тушения пожаров классов А и В, представляет собой водный раствор поверхностно-активных веществ с функциональными добавками, который за счёт снижения поверхностного натяжения воды и высокой смачивающей способности обеспечивает эффективное тушение волокнистых гидрофобных горючих материалов. Фторированные ПАВ в состав данного пенообразователя не входят.

Некоторые нормируемые физико-химические характеристики пенообразователей приведены в табл. 1.

Таблица 1. Физико-химические характеристики исследуемых пенообразователей при 20°C.

Показатели	ГОСТ Р 50588—2012	ПО-6ЦТ	ПО-6ТС-М	ПО-6РЗ
Плотность, кг/м ³ , н/б	по ТУ	1000-1200	1000-1200	1200
Водородный показатель рН*	6.5-8.5	6.5-8.5 7.0-10.0	6.5-8.5 7.2-10.2	6.5-8.5
Температура застывания, °С, не выше	-3	-8	-5	-3
Динамическая вязкость, Па с, н/б	по ТУ	н/у	250	200

* в документации, представленной в сети Интернет различными производителями ПО, имеется различие в указанном допустимом диапазоне рН.

Из данных, приведенных в табл.1, видно, что некоторые марки ПО у различных производителей (здесь производители не указаны) имеют значения рН, отличающиеся от рекомендованных ГОСТ Р 50588—2012. В данной работе мы измерили значения водородного показателя концентратов ПО и их 1, 3 и 6 об.% растворов, приготовленных на питьевой воде [1, 2] при помощи Рен Туре рН Meter рН-009(І). Результаты измерений приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значения водородного показателя (рН) исследуемых пенообразователей и их растворов

Пенообразователь	Концентрат	6 об. %	3 об. %	1 об. %
ПО-6ЦТ	7.9	7.8	7.7	7.2
ПО-6ТС-М	7.3	6.7	6.3	6.3
ПО-6РЗ	9.2	8.2	8.0	7.8

Измерения показали, что значения рН концентратов ПО-6ЦТ и ПО-ТС-М находятся в пределах, указанных в нормативных документах. Концентрат ПО-6РЗ значительно более щелочной. При разведении концентратов водой были получены растворы, водородный показатель которых смещался в область меньших значений по мере снижения концентрации (табл. 2).

На рис. 1 показаны температурные зависимости удельной электропроводности концентратов исследуемых пенообразователей. Пенообразователи ПО-6ЦТ и ПО-6РЗ имеют близкие значения электропроводности, несмотря на то, что рН (ПО-РЗ) > рН (ПО-6ЦТ). Вместе с тем, при близких значениях рН ПО-6ЦТ и ПО-6ТС-М последний имеет существенно более высокие значения электропроводности во всем температурном диапазоне. Это было достигнуто производителем, по-видимому, за счет более высоких концентраций нейтральных компонентов, обладающих свойствами электролита.

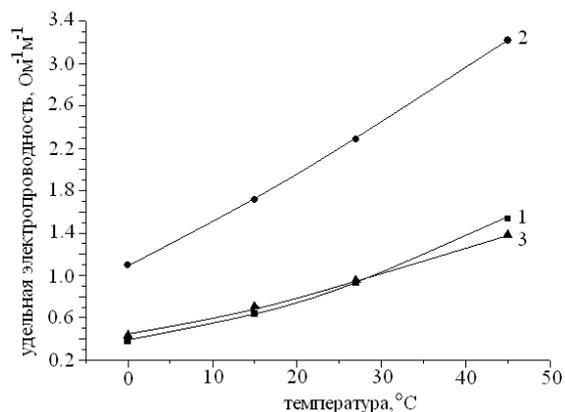


Рис. 1. Температурные зависимости удельной электропроводности концентратов пенообразователей ПО-6ЦТ (1), ПО-ТС-М (2) и ПО-6РЗ (3)

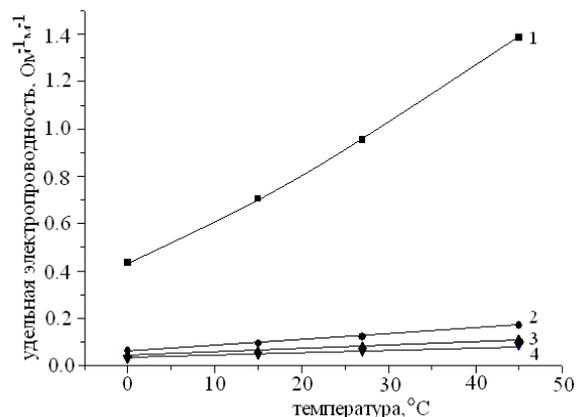


Рис. 2. Температурные зависимости удельной электропроводности концентрата (1), 6 (2), 3 (3) и 1 об. % (4) водных растворов пенообразователя ПО-6РЗ

На рис.2 показано, что разбавление концентрата закономерно приводит к резкому снижению электропроводности получаемых растворов (и снижению pH, табл.2). Следует отметить, что снижение pH происходит также при хранении концентратов и водных растворов пенообразователей и при длительном контакте, например, со сталью Ст3 [3]. Снижение pH до значений, представляющих коррозионную опасность для стального оборудования (pH<7), происходит довольно быстро, а в случае контакта со стальным оборудованием сопровождается накоплением продуктов коррозии железа, что, вероятно, приводит к заметному ухудшению функциональных свойств пенообразователя.

Таким образом, измеренные параметры имеют принципиальное значение при подборе материалов для хранения концентратов пенообразователей и их водных растворов. Коррозионная стойкость конструкционных металлов и сплавов очень чувствительна к концентрации ионов H⁺ (pH) и растворенного кислорода (возрастает при разбавлении ПО), так как эти вещества являются наиболее значимыми катодными деполяризаторами в процессе электрохимической коррозии. Возрастание насыщенности раствора кислородом активизируется коррозионный процесс с кислородной деполяризацией, особенно интенсивный на уровне ватерлинии. В кислой среде резко снижается химическая стойкость оксидно-гидроксидных пленок на поверхности металла, в той или иной степени защищающих поверхность от коррозионных разрушений [3, 4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 50588—2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. М.: Стандартинформ. 2012. 24 с.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Минздрав России. 2002.
3. Е.П. Гришина, Н.О. Кудрякова, А.Н. Предеин, С.В. Беляев. Кинетика коррозии стали марки Ст3 в пенообразователе для пожаротушения ПО-6ЦТ. Электрохимическое исследование // Известия вузов. Химия и хим. технология. 2018. Т.61. Вып. 1. С.30-36.
4. Е.П. Гришина, Н.О. Кудрякова, А.Н. Предеин, С.В. Беляев, Л.Н. Чеснокова. Исследование коррозионной активности пенообразователей в пожарной технике // Пожарная и аварийная безопасность. Сетевое издание. 2017. № 3(6). С. 67-75.

УДК 541.64.536.4

СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНИМИНОВОГО ДЕНДРИМЕРА НУЛЕВОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Т.В. Пашкова^{1,2}, А.И. Александров²

¹ ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

² ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет

Методами спектрального анализа и электронографии исследованы тонкие пленки полипропилениминового дендримера нулевой генерации. Показана возможность получения ориентированных пленок на кварцевых подложках. Определены ориентационные и структурные параметры пленок.

Ключевые слова: жидкокристаллические дендримеры, анизотропные пленки, спектральные анализ, дифракция электронов, структура

SPECTRAL AND ELECTRON-DIFFRACTION INVESTIGATIONS OF THE FILMS BASED ON POLY(PROPYLENE IMINE) DENDRIMER OF ZERO GENERATION

T.V. Pashkova, A.I. Alexandrov

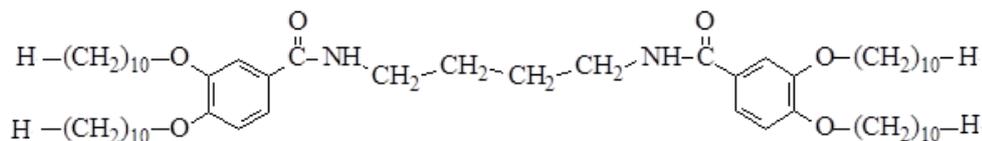
The thin films of poly(propylene imine) dendrimer of zero generation were investigated by the methods of spectral analysis and electron diffraction. The possibility of the creation of oriented films on quartz substrates was determined. The orientational and structural parameters of the film structure were established.

Key words: liquid crystal dendrimers, anisotropic films, spectral analysis, electron diffraction, structure

Дендримеры, как высокоорганизованные молекулярные системы, перспективны в качестве исходных структурных элементов для построения регулярных сеток и получения тонких слоев. Высокая функциональность и плотная глобулярная структура дендримеров позволяют предположить возможность использования таких слоев как покрытий, обладающих уникальными барьерными свойствами, в том числе защитными механическими и термическими. Среди разнообразных дендримеров, синтезированных за последнее время, можно выделить жидкокристаллические дендримеры, которые обладают уникальным сочетанием свойств полимерных объектов и мезогенных соединений, что делает их подходящими объектами для широкого круга научных и прикладных исследований, создания на их основе новых материалов, обладающих структурной организацией на нанометровом уровне, и существенно расширяет область их использования [1]. Поэтому исследование возможности создания стабильных анизотропных пленок на основе жидкокристаллических пропилениминовых дендримеров представляется актуальной задачей.

Объекты исследования и методика эксперимента

В работе методами спектрального анализа и электронографии исследовались тонкие анизотропные пленки, сформированные из раствора в гептане полипропилениминового дендримера нулевой генерации (Д0), предоставленного М.С.Груздевым из Института химии растворов РАН им. Г.А.Крестова. Синтез соединения описан в [2]. Концентрация растворов дендримера варьировалась от 0,003 до 0,1%. Структурная формула дендримера имеет вид



Пленки этих соединений формировали осаждением раствора на кварцевых подложках. Для получения ориентированных плёнок использовалось ориентирующее влияние поверхности. Придание поверхности ориентирующих свойств осуществлялось методами механического текстурирования и нанесением ориентирующего ПАВ.

Спектральные исследования растворов и пленок дендримера проводили на спектрофотометре СФ-56. Структуру пленок исследовали методом дифракции электронов. Электронограммы получали на электронном микроскопе ЭМВ-100Л в режиме электронографа при ускоряющем напряжении 50 кВ. Дифракционные картины анализировались с использованием хоземановской модели паракристалла [3] (оценивалась величина трансляционных нарушений дальнего порядка g_1 в слоевой и внутрислойной укладках молекул). Степень ориентации пленок S оценивали из азимутального размытия рефлексов на электронограммах по формуле [4]

$$S = 1 - \frac{3}{2} \overline{\sin^2 \alpha}.$$

Результаты и обсуждение

Спектры поглощения растворов дендримера Д0 в гептане получены в диапазоне длин волн 260 нм – 1200 нм. Общим для всех спектров является то, что раствор дендримера обладает слабым поглощением практически для любой концентрации (коэффициент экстинкции $\sim 1 \text{ см}^{-1}$), а в видимой области вещество просветляется, пропускание практически стопроцентное. В ультрафиолетовой области присутствует максимум на длине волны 270 нм, отвечающий за поглощение бензольных колец, входящих в состав молекулы дендримера и являющихся хромофорными группами, рис. 1. Батохромный сдвиг этого максимума (с 260 нм на 270 нм) связан с аукохромным замещением атомов водорода бензольного кольца на кислород.

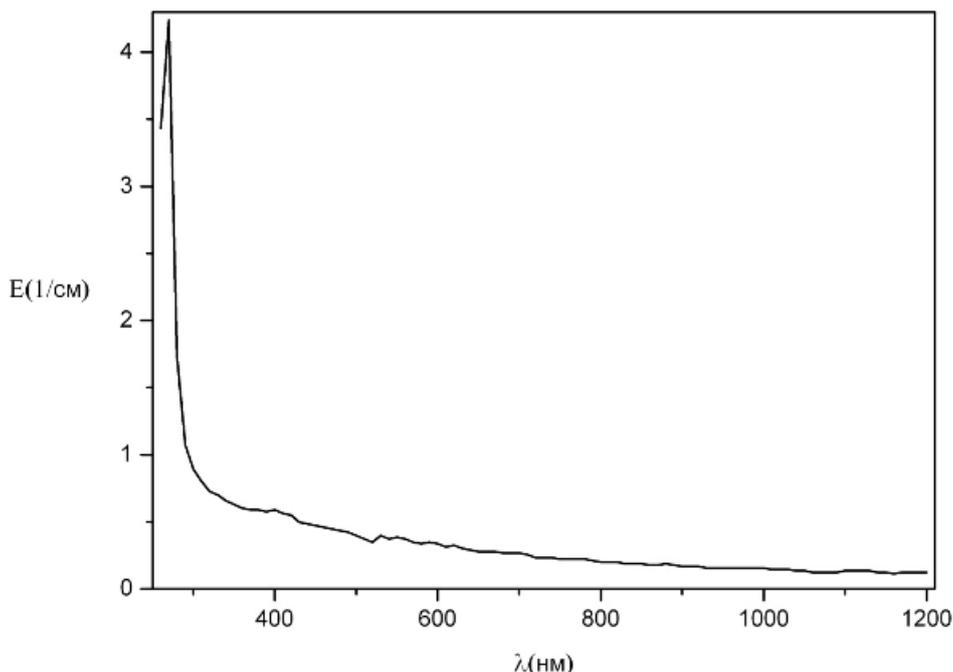


Рис.1. Спектр поглощения раствора дендримера концентрации 0,1%

Пленки дендримера, как и растворы, обладают слабым поглощением. Однако в отличие от спектров растворов в спектрах пленок в видимой области появляются слабые максимумы, спектр поглощения плёнки напоминает спектрограмму кристаллического вещества. Известно, что при комнатной температуре объемные образцы дендримера Д0 находятся в кристаллическом состоянии [5]. По-видимому, в пленке также происходит кристаллизация молекул дендримера.

В ходе электронографических исследований получены два вида электронограмм. Электронограмма пленки, сформированной на подложке, обработанной ПАВ, содержит кольцевые максимумы. Таким образом, пленка Д0 на этой подложке оказалась неориентированной. Электронограмма пленки на подложке, подготовленной механическим текстурированием, содержит несколько серповидных максимумов, то есть является ориентированной (рис. 2). Следовательно, пленка на подложке, подготовленной механическим текстурированием, является планарно ориентированной.

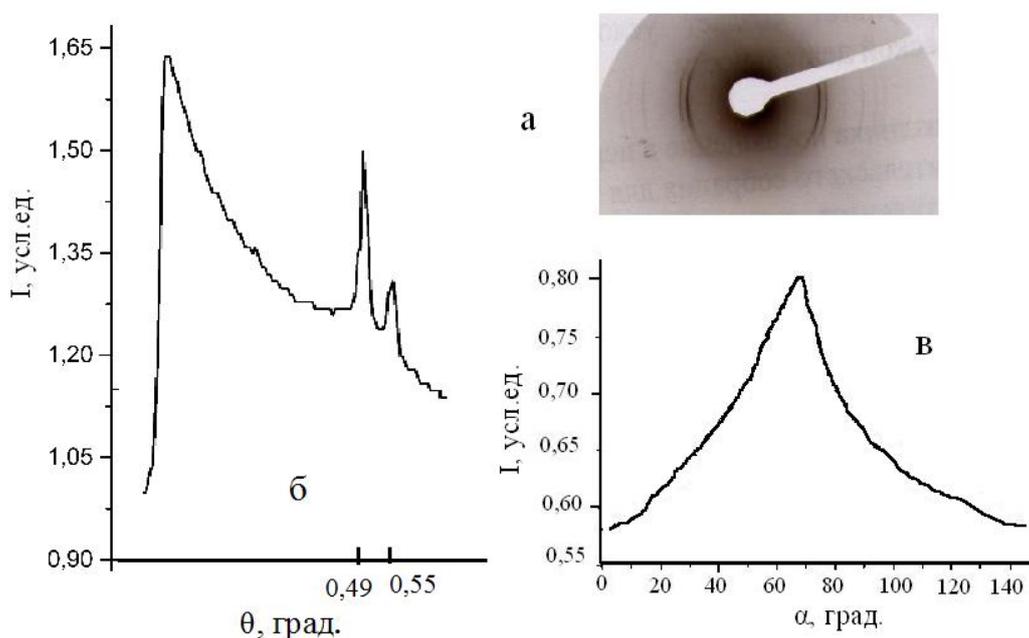


Рис. 2. Электронограмма пленки дендримера Д0 (а), кривые фотометрирования по радиусу (б) и азимуту (в) электронограммы

Из угловых положений θ максимумов оценивались периоды структуры d . Из радиальной полуширины максимумов $\Delta(2\theta)$ оценивались параметры нарушений второго рода g . Из азимутального размытия рефлексов α оценивалась степень ориентации S молекул в плёнке. Дифракционные и структурные параметры представлены в табл. 1.

Таблица 1. Дифракционные и структурные параметры

№ рефлекса	hkl	θ , град.	$d \pm \Delta d$, Å	$\Delta(2\theta)$, рад.	g	α , град.	S
1	330	0,490	$3,19 \pm 0,02$	0,00074	0,068	38	0,43
2	332	0,535	$2,94 \pm 0,02$	0,00056	0,058		
3	660	0,978	$1,60 \pm 0,02$				
4	664	1,064	$1,47 \pm 0,02$				

Как видно из рассчитанных межплоскостных расстояний, периоды пленки соответствуют межатомным плоскостям с индексами НКЛ кристаллической фазы дендримера.. Поэтому можно говорить о том, что молекулы в пленке кристаллизуются. Поскольку длина молекулы составляет порядка 40\AA , а периоды, рассчитанные из угловых положений максимумов, составляют $\sim 3\text{\AA}$ и соответствуют направлениям в кристаллической решётке 330 и 332, можно утверждать, что длинные оси молекул образуют с нормалью к плоскости плёнки угол 14° . Таким образом, ориентация молекул Д0 в пленке почти гомеотропная. Величина нарушений в укладке молекул значительная и составляет порядка 7%. Степень ориентации составляет 0,43. Причина этого кроется в строении молекул дендримера: хотя молекула имеет вытянутую форму, наличие четырех гибких «хвостов» нарушает параллельность укладки молекул. Кроме того, на величину нарушений могут оказывать влияние и межмолекулярные водородные связи, которые мешают упорядочению молекул в плёнке.

Как показывает расчет, все присутствующие на электронограмме максимумы принадлежат одной кристаллографической зоне $[\bar{1}\bar{1}0]$. Ось зоны совпадает с нормалью к плоскости пленки. Следовательно, сформированная на подготовленной механическим текстурированием подложке пленка Д0 оказывается двуосно ориентированной, одна ось которой лежит в плоскости пленки, а другая ей перпендикулярна.

Заключение

Проведенные исследования полипропилениминового дендримера нулевой генерации показали, что:

- при комнатной температуре пленки полипропилениминового дендримера нулевой генерации прозрачны в видимой и ультрафиолетовой областях;
- пленка, полученная осаждением раствора дендримера на текстурированную механически подложку, оказывается двуосно ориентированной, одна ось которой лежит в плоскости пленки, а другая ей перпендикулярна;
- малая величина степени ориентации пленки связана, во-первых, с особенностями химического строения молекул дендримера, и, во-вторых, с кристаллизацией пленки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лысачков А.И., Бойко Н.И., Ребров Е.А., Музафаров А.М., Шибяев В.П. Жидкокристаллические карбоксилановые дендримеры различной молекулярной архитектуры, содержащие концевые фотохромные мезогенные и алифатические группы // Известия Академии Наук. Серия химическая. 2007. № 12. С. 23–25.
2. Cameron J.H., Facher A., Lattermann G., Diele S. Poly (propyleneimine) dendromesogens with hexagonal columnar mesophase // Adv. Mater. 1997, 9 (5), P. 398-403. DOI: 10.1002/adma.19970090507
3. Bonart R., Hosemann R. Zur Analuse der Langperiodeninterferenzen //Zeitschrift fur Elektrochemie. 1952, 64 (219), 314–321.
4. Б.К.Вайнштейн. Дифракция рентгеновых лучей на цепных молекулах. М.: Издательство АН СССР. 1963. 362 с.
5. Т.В. Пашкова, А.И. Александров, М.С. Груздев, А.В. Пятунин. // Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2017. Т.17. № 3. С.83 – 92. DOI: 10.18083/LCAppl.2017.3.83

УДК 614.895

ТЕРМОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. С. Зуйкова, М. В. Сизов, Д. Г. Снегирев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Описаны типы текстильных материалов, используемых для изготовления защитной одежды. Рассмотрены их основные физико-механические свойства и температурные интервалы практического применения.

Ключевые слова: защитная одежда, термостойкость, огнестойкость, огнестойкая пропитка, термопирен

THERMO-PROTECTIVE PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS

S. A. Zuikova, M. V. Sizov, D. G. Snegirev

Describes the types of textile materials used for manufacturing protective clothing. Considered their main physico-mechanical properties and temperature range of practical application.

Key words: protective clothing, heat resistance, fire resistance, fireproof impregnation, thermopyrene

Длительное воздействие теплового излучения и наличие высоких температур в эпицентре пожара приводит к нарушению функционирования всех систем жизнедеятельности спасателя. В связи с этим большое значение уделяется выбору текстильного материала для боевой одежды пожарно-спасательных подразделений МЧС России. Широкое использование защитной одежды для них обуславливает постоянный рост ассортимента текстильных материалов с повышенными термо- и огнестойкими свойствами, экологической безопасностью при практическом применении (рис.1).

Термо- и огнестойкость текстильного материала спецодежды позволяет ей не воспламениться и не разрушиться продолжительное время при длительном термическом воздействии.

В зависимости от условий эксплуатации для изготовления спецодежды применяют следующие огне- и термозащитные текстильные материалы: натуральные и синтетические ткани с огнестойкой пропиткой; стеклоткани; асбестовые ткани; кремнеземные материалы; базальтовые ткани; арселеновые и арамидные ткани.

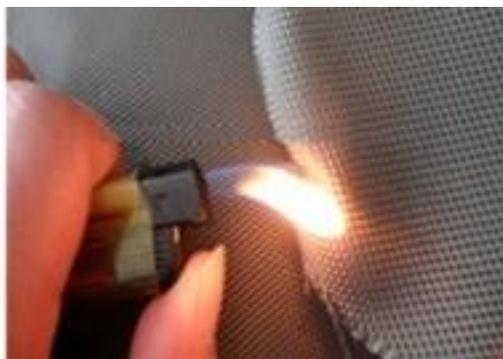


Рис. 1. Текстильный материал повышенной термо- и огнестойкости



Рис. 2. Переплетение льняной ткани

Для защитной одежды используются натуральные льняные, хлопчатобумажные и синтетические полиэфирные ткани плотностью от 400 до 700 г/м² (рис.2). Недостатком натуральных волокон является их гигроскопичность (способность поглощать влагу), кроме того, они имеют относительно невысокую прочность на разрыв 40 - 80 кг/мм² [1].

Поэтому часто используются смесовые ткани, состоящие из 10 % армированной полиэфирной нити и 90 % хлопкового волокна. Армирование полиэфирной нити позволяет повысить прочность текстильной ткани при одинаковой плотности материала и повысить ее эксплуатационные показатели. Для увеличения термостойкости, устойчивости к действию открытого пламени эти ткани обрабатывают огнестойкими пропитками и термопиренами. Недостатком такой защитной одежды является недолговечность действия пропиток. Эксплуатация защитной одежды этого класса тканей возможна при рабочей температуре, не превышающей 200 °С.

При длительном температурном воздействии до 260 °С и кратковременном до 290 °С для изготовления защитной спецодежды применяют стеклоткань с фторопластовой пропиткой (тефлоновая ткань) (рис.3). Она устойчива к воздействию агрессивных сред и имеет прочность на разрыв 112 кг/мм² [2].



Рис. 3. Переплетение стеклоткани

Защитная одежда из вышеперечисленных материалов при эксплуатации экологически безвредна.

Увеличение рабочей температуры в зоне ликвидации чрезвычайной ситуации до 500 °С, предполагает использование для защитной одежды асбестовых тканей (рис.4). Повышение температуры приводит к потере конструкционной воды, волокнистости и, следовательно, к разрушению материала. Высокая термоизоляционная способность этих материалов объясняется неплотной структурой ткани, содержащей в межволоконном пространстве значительное количество воздуха, - воздушные прослойки. Материал обладает высокими термоизоляционными свойствами, способен длительное время выдержать воздействие высоких температур и имеет кратковременное сопротивление разрыву 300 кг/мм² [3].



Рис. 4. Переплетение асбестовой ткани

В качестве защитной ткани с высокими показателями огне- и термостойкости, при изготовлении защитной одежды применяются кремнеземные ткани. Однако при воздействии высоких температур они дают линейную усадку, поэтому перед изготовлением одежды ткань подвергают термоусаживанию. После чего эксплуатационные свойства защитного материала практически не изменяются при температуре до 1000 °С. Ткани устойчивы к действию влаги, большинства кислот (кроме HF, H₃PO₄), слабых щелочей и имеют прочность на разрыв 80 кг/мм². Кремнеземная ткань экологически безопасна в любых условиях эксплуатации.

Перспективным текстильным материалом, используемым в качестве защитной одежды, позволяющей проводить спасательные работы в агрессивных средах, является базальтовая ткань. Она обладает не только повышенными огнестойкими свойствами и способна выдерживать длительное воздействие температур до 700 °С, но и является устойчивой к воздействию кислот и щелочей. Базальтовая ткань, в отличие от кремнеземной не деформируется при действии высоких температур. Имеет прочность на разрыв 70 кг/мм² [1].

Высокой термо- и огнестойкостью и другими эксплуатационными показателями обладают арселеновые и арамидные ткани (кевлар и карбон), защитную одежду из которых возможно использовать в диапазоне рабочих температур до 480 °С (рис.5). При невысокой плотности кевлара 90 г/м² ткань обладает высокой механической прочностью 280 кг/мм². Ткани этого класса являются экологически безопасными. К недостаткам следует отнести высокую стоимость материала [1].

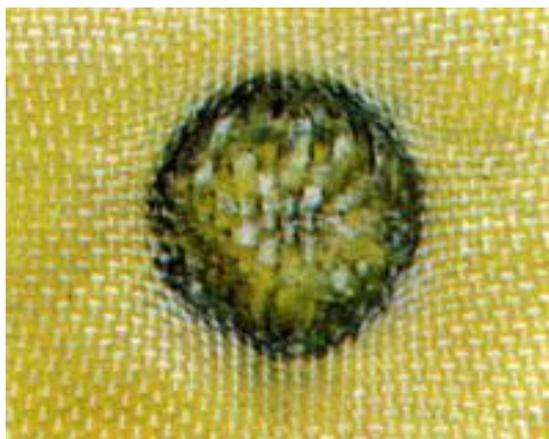


Рис. 5. Изменение структуры ткани "кевлар" после длительного термического воздействия

Выбор типа защитной одежды для ликвидации чрезвычайных ситуаций зависит от условий эксплуатации. При этом уровень защиты специальной одежды пожарных и спасателей должен обеспечивать возможность длительного проведения работ в опасных условиях для здоровья человека, а особенности ее конструкции - обеспечивать способность работы с пожарным и аварийно-спасательным оборудованием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 3813-72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. - Москва: Изд-во стандартов, 1992. - 20 с.
2. ГОСТ 19907-83. Ткани электроизоляционные из стеклянных крученых комплексных нитей. - Москва: Изд-во стандартов, 2000. - 14 с.
3. ГОСТ 6102-94. Ткани асбестовые. Общие технические требования. - Москва: Изд-во стандартов, 2001. - 8 с.

УДК 616-002.8

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ПРИ ОТРАВЛЕНИЯХ СВИНЦОМ

А. А. Баранец, В. Е. Мельников

ФГКВООУ ВО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко

Проведено исследование токсических эффектов, вызываемых летальными дозами ацетата свинца у мышей. Предложен способ фармакологической профилактики поражений соединениями свинца и других тяжелых металлов, основанный на совместном использовании цинксодержащего антидота (ацизола) и антиоксидантного препарата (фенозана).

Ключевые слова: тяжелые металлы, ацетат свинца, мембранотоксическое действие, тканевая гипоксия, эритроциты, фармакологическая защита, антиоксиданты

PHARMACOLOGICAL DEFENSE IN LEAD INTOXICATIONS

A. A. Baranetz, V. E. Melnikov

A study was made of toxic effects caused by lethal doses of lead acetate in mice. A method of pharmacological prevention of lesions by lead compounds and other heavy metals based on the joint use of zinc-containing antidote (acyzole) and an antioxidant preparation (phenosan) is proposed.

Keywords: heavy metals, lead acetate, membranotoxicity effect, tissue hypoxia, erythrocytes, pharmacological defense, antioxidantes

В настоящее время в связи с общим ухудшением экологической обстановки отмечается рост концентрации токсичных металлов в окружающей среде – в том числе таких, как свинец. Если в прежние годы основным источником свинцового загрязнения являлось «этилированное» топливо (различные марки бензина, содержащие в качестве антидетонатора тетраэтилсвинец), то сейчас ведущую роль в этом плане играют химическая промышленность, а также и разнообразные источники возгораний – начиная от крупных пожаров на промышленных объектах и кончая горением твердых бытовых отходов на городских свалках [1].

Степень опасности некоторых металлов такова, что они относятся международным экспертным сообществом к разряду суперэтоксикантов. Известно также, что в свое время на основе соединений тяжелых металлов были созданы и широко применялись различные пестициды, что также является аргументом в пользу актуальности исследований по поиску эффективных средств борьбы с поражениями, вызываемыми токсичными металлами и их соединениями. Это тем более важно, поскольку средства, ныне используемые для борьбы с отравлениями данного типа (N-ацетилцистеин, унитиол, этилендиаминтетраацетат, трилон Б), либо небезопасны для организма, что при оказании помощи не позволяет назначать длительные курсы их применения, либо недостаточно эффективны [1-3]. В связи с этим целью работы является поиск способов фармакологической профилактики и коррекции нарушений, вызванных воздействием свинца [2-4].

Выбор объектов исследований

Известно, что токсичность металлов обусловлена двумя основными механизмами: угнетением тканевого дыхания вследствие изменения мембранного потенциала митохондрий и нарушением активности ферментов дыхательной цепи вследствие снижения антиоксидантной защиты клетки [1,5]. При этом важно учесть и то, что более 90% поступившего в организм свинца и других металлов первоначально депонируется в эритроцитах, циркулируя с ними по

всему организму. При этом атомы металла оказываются фиксированными на наружной оболочке эритроци

Рис. 1. Нарушение целостности плазматической мембраны при взаимодействии с тяжелым металлом

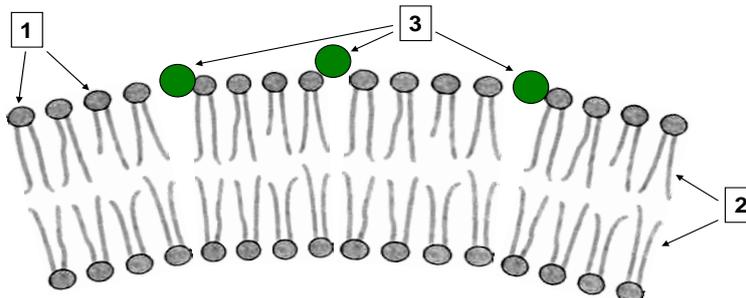


Рис. 1. Разрушение целостности мембраны при взаимодействии с металлом.

Обозначения: 1- полярная часть молекул мембранных липидов; 2 - неполярная часть молекул мембранных липидов; 3 - ионы металла.

2 - неполярная часть молекул мембранных липидов
 3 - ионы тяжелого металла

При этом следует учитывать, что с оболочкой эритроцита связаны молекулярные комплексы (субъединицы) дыхательного белка гемоглобина, прочно фиксированные на ее внутренней поверхности [8]. Локализация этих комплексов представлена на рис. 2.

Поэтому нарушения структуры мембраны эритроцита влекут за собой инактивацию молекул гемоглобина, что приводит к нарушению транспортной функции крови и, соответственно, к развитию гипоксии. С учетом этого факта в качестве средства, потенциально способного восстанавливать внутриклеточные обменные процессы при поражении тяжелыми металлами, нами был выбран ацизол - цинкорганическое соединение с номенклатурным названием бис-(1-винилимидазол) цинк-диацетат [1]. Доказанные исследованиями антигипоксантами свойства ацизола, а также тот факт, что содержащийся в нем цинк способен вступать в конкурентные отношения с другими металлами, вытесняя их из клеточных биоминералов, позволила нам рассматривать его как потенциальное средство оказания фармакологической помощи при поражениях соединениями свинца. Кроме того, учитывая указанную выше способность металлов связываться с мембранными липидами, вызывая активацию перекисных реакций, было признано целесообразным использование в качестве дополнительного средства защиты такого вещества антиоксидантного типа действия, как фенозан, или β -[3,5-дибутил-4-гидроксифенил] пропионат (1).

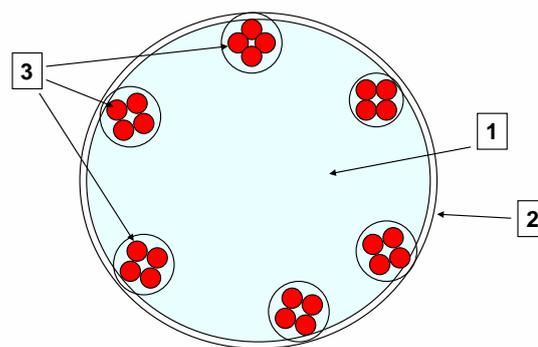
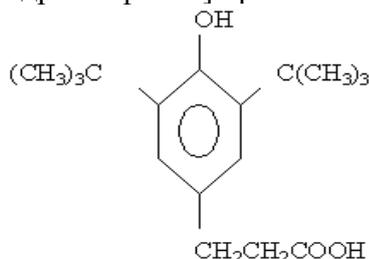


Рис. 2. Локализация молекул гемоглобина в эритроците: 1 – цитоплазма; 2 – наружная оболочка; 3 – гемоглобин



(1)

Теоретические предположения относительно возможности использования указанных фармакологических средств для устранения гипоксических нарушений при воздействии на организм тяжелых металлов были проверены в процессе экспериментальных исследований.

Материалы и методы исследования

Эксперименты проводились на нелинейных белых мышах. В качестве модельного токсиканта использовался ацетат свинца (АС), который вводили в виде водного раствора внутривнутрибрюшинно в дозе 1LD₅₀ (20 мг/кг). Контролем являлась группа мышей, которой вводился 0,9%-й раствор NaCl (физиологический раствор). Отдельной группе за 1 час до введения АС внутримышечно вводился раствор ацизола в терапевтической дозе (1,7 мг/кг). Еще одной группе животных в те же сроки вводился ацизол в сочетании с фенозаном. За всеми животными было установлено наблюдение, в ходе которого отбирались образцы крови для цитологического исследования, целью которого была оценка количества аномальных форм эритроцитов. Известно, что появление таких форм является признаком развития структурных нарушений в мембранах этих клеток [6]. Для обнаружения аномальных форм эритроцитов готовились мазки крови, которые обрабатывались растворами азура А и эозина, после чего изучались с помощью световой микроскопии. На основании данных анализа в каждой исследуемой пробе рассчитывалось среднее содержание аномальных форм эритроцитов (АФЭ):

$$АФЭ = N_{ан} / N_{общ} \cdot 100 \quad (2)$$

где N_{ан} – число аномальных форм эритроцитов; N_{общ} – общее число эритроцитов.

Наряду с этим показателем оценивался также уровень гемоглобина в эритроцитах. Поскольку, как было сказано выше, данный белок, связанный с мембранами, является одной из биомишеней токсического действия тяжелых металлов, то величина данного показателя может использоваться в качестве объективного критерия состояния наружных оболочек эритроцитов. Определение гемоглобина проводилось с помощью стандартного биохимического метода [6], в основе которого лежит реакция метгемоглобина с ацетонциангидрином. Пробы, взятые для анализа уровня гемоглобина, после центрифугирования и выделения эритроцитарной массы исследовались на спектрофотометре СФ-102 при длине волны 560 нм.

Результаты и их обсуждение

Наблюдения за животными показали, что введение ацетата свинца привело к развитию тяжелого отравления, сопровождавшегося следующими признаками: пространственная дезориентация (атаксия), двигательное угнетение (адинамия), сонливость, лежачее положение, ослабление функции дыхания, тремор конечностей. Результаты клинических наблюдений в обобщенном виде представлены в табл. 1.

Таблица 1. Динамика интоксикации у мышей после воздействия ацетата свинца (АС) в чистом виде и на фоне введения антидотных препаратов.

Группы (n=12)	Признаки интоксикации	Процент выживших
Контроль	Симптомы поражения отсутствовали	100%
АС	Через 15-20 мин.: атаксия, сонливость; через 40-60 мин.: адинамия, лежачее положение, тремор, дыхательные нарушения, кома; через 10-12 ч. – летальный исход.	6 (30%)
АС + ацизол	Через 30-40 минут: сонливость, адинамия; через 60-70 мин.: лежачее положение; через 14 ч. – гибель единичных особей; через 4 сут. – начало восстановления функций у выживших	16 (80%)
АС + ацизол + фенозан	Через 40-50 мин.: незначительная общая апатия, адинамия, умеренные дыхательные нарушения; через 3-5 суток - полное восстановление функций.	18 (90%)

Как видно из данных табл. 1, у животных, которым вводился только АС, наблюдалась тяжелая картина поражения с низкой выживаемостью особей. В отличие от этого, в группе, предварительно получившей ацизол, признаки отравления оказались менее выраженными, здесь быстрее протекал процесс восстановления функций и доля выживших оказалась более высокой. Наилучшие результаты достигнуты в последней группе, где мышам накануне был введен ацизол с фенозаном. Здесь выжило 90% особей.

Цитологическое исследование крови животных после поражения АС позволило выявить среди эритроцитов множество клеток с отклонениями от нормальной формы. Особенно часто встречался эхиноцитоз (от лат. echinos – ёж), то есть появление клеток с мелкими шиповидными выпячиваниями (выростами) на наружной поверхности (рис. 3).

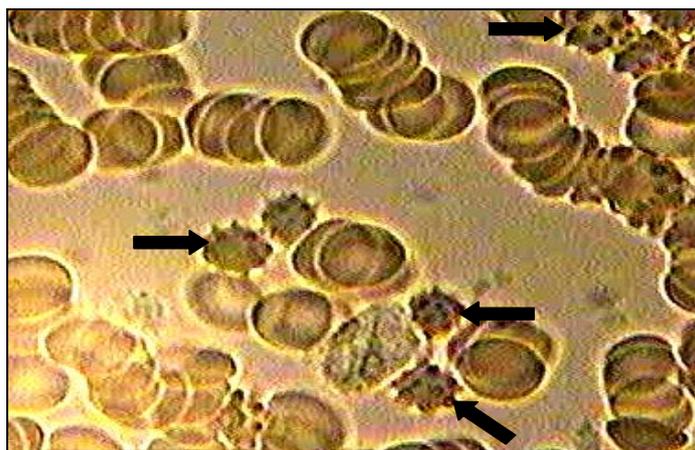


Рис. 3. Аномальные формы эритроцитов крови после воздействия АС
 Увеличение 1200 крат. Стрелками указаны эхиноциты.

Результаты лабораторных исследований приведены в табл. 3.

Таблица 3. Величины лабораторных показателей после воздействия (АС) в чистом виде и на фоне предварительного антидотных препаратов

Группы животных (n=20 в каждой)	Лабораторные показатели	
	АФЭ, %	Уровень гемоглобина, г/л
Контроль	1,8±0,16	17,9±0,11
АС	37±1,32*	9,3±0,09*
АС + ацизол	14,2±0,31*	15,4±0,07*
АС + ацизол + фенозан	3,5±0,17*	16,5±0,10

* Отличия от контроля достоверны при $p < 0,05$

Из данных табл. 3 следует, что введение АС привело к глубоким структурным сдвигам в состоянии эритроцитов крови. Уровень гемоглобина был резко снижен; одновременно наблюдался резкий рост численности клеток с аномальной формой, что прямо связано с процессом деструкции мембран. В то же время воздействие АС на фоне ацизола характеризовалось значительно менее выраженными нарушениями, что явилось результатом защитного действия данного антидота. Наконец, в группе животных, получивших ацизол с фенозаном, состояние крови было наиболее приближено к характеристикам видовой нормы.

Сравнительный профиль соотношения величин показателей, характеризующих состояние эритроцитов и гемоглобина, приведен на гистограмме (рис. 5).

На рис. 5 наглядно видны количественные изменения исследуемых параметров в условиях отравления модельным химикатом (АС) у различных экспериментальных групп животных. Обращает на себя внимание высокая степень приближения показателей к норме у особей, животных, предварительно получивших фармакологические препараты.

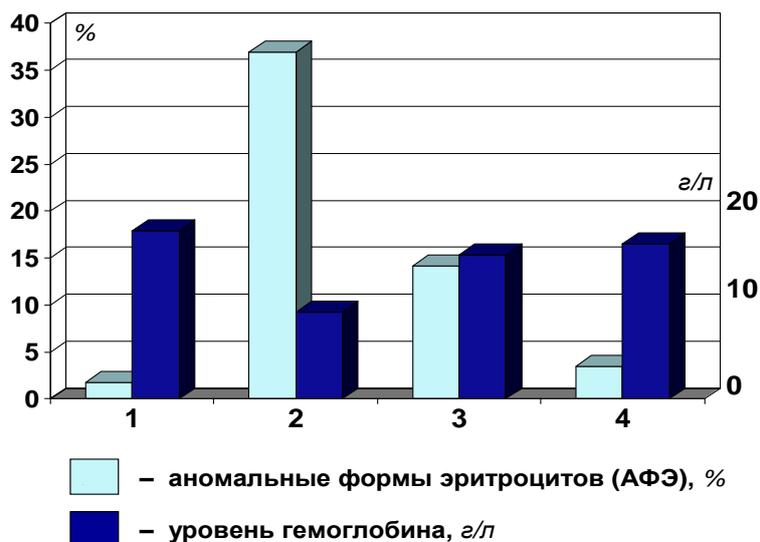


Рис. 5. Соотношения величин показателей эритроцитов и гемоглобина. Обозначения: 1- норма; 2 - АС; 3 – АС + ацизол; 4 – АС + ацизол + фенозан.

Таким образом, комбинированное применение ацизола и фенозана подтвердило свою защитную эффективность как в отношении биообъекта в целом, так и на уровне жизненно важной биомиссии - системы крови. Предлагаемый подход к фармакологической профилактике и коррекции физиологических нарушений может быть использован не только в борьбе со свинцовой интоксикацией, но и при поражениях другими токсичными металлами.

Заключение

1. Теоретически обоснована возможность комплексного использования антидотных средств с целью фармакологической защиты при отравлениях соединениями свинца.
2. В результате экспериментальных исследований установлена высокая профилактическая эффективность ацизола в сочетании с антиоксидантным препаратом фенозаном.
3. Предложенный комплекс фармакологических препаратов может найти применение в качестве средства профилактики и коррекции нарушений, связанных с воздействием не только свинца и других токсичных металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Продукты горения цитотоксического действия / Маркизова Н.Ф., Преображенская Т.Н., Башарин В.А. Токсичные компоненты дымов. – СПб: Фолиант, 2008. – 208 с.
2. Артамонов В.Г., Шаталов Н.Н. Поражения тяжелыми металлами / Профессиональные болезни. М.: «Медицина, 2008.- 312 с.
3. Зорина Л.А. Клиника, диагностика, лечение и профилактика свинцовых отравлений. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 170 с.
4. Albert A. Selective Toxicity. The physico-chemical basis of therapy. London, New York: Chapman and Hall, 2003. – Vol. 2 - 479 p.
5. Alberts B., Bray M., Lewis L., Raff M. The plasmatic cell membranes / Molecular Biology of the Cell. – New York, Boston, London: Academic Press, 2001. – Vol. 2. - 313 p.
6. Золотницкая Р.П. Методы гематологических исследований / Лабораторные методы исследования // Под ред. В.В. Меньшикова. – М.: Медицина, 2010. – С. 106-148.

УДК 614.83

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГОРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕВЕСОМОСТИ

А. А. Левкин, Ф. Ф. Мухамедьянов, Н. Ш. Лебедева, С. В. Беляев, Д. Г. Снегирев
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Подробно описаны особенности горения в условиях невесомости при отсутствии конвекции. Рассмотрены комплекс профилактических и активных мер, позволяющих предупредить пожароопасные ситуации, а в случае возникновения горения проанализированы средства пожаротушения.

Ключевые слова: конвекция, пожар, источник зажигания, пламя, горение, воспламенение, средства пожаротушения, порошковые составы

PHYSICAL AND CHEMICAL ASPECTS OF COMBUSTION UNDER THE CONDITIONS OF WEAPON

A. A. Levkin, F. F. Muchamedjanov, N. Sh. Lebedeva, S. V. Belyaev, D. G. Snegirev

Burning conditions are described in detail in conditions of weightlessness in the absence of convection. A set of preventive and active measures to prevent fire-dangerous situations is considered, and in case of fire combustion, fire extinguishing agents are analyzed.

Key words: convection, fire, ignition source, flame, combustion, ignition, fire extinguishing agents, powder formulations

Пожары наносят огромный ущерб народному хозяйству. Неконтролируемое горение всегда представляет опасность, однако оно наиболее опасно на нефтяных платформах, кораблях, подводных лодках, самолетах и космических кораблях, т.е. в тех местах, где эвакуация людей проблематична или вовсе невозможна. В связи с бурным развитием космической отрасли становятся все более злободневными вопросы создания и разработки эффективных средств пожаротушения, работающих в условиях невесомости. Всем известно, что в космосе безвоздушная атмосфера, а для процесса горения требуется окислитель, как правило, кислород. Но на космических станциях и летательных аппаратах создается искусственная атмосфера, необходимая для жизнедеятельности космонавтов. Состав воздуха не обладает постоянством, усредненный состав воздуха, представлен на рис. 1.

Как видно из рис. 1 основное содержание приходится на азот ($\approx 78\%$) и кислород ($\approx 21\%$). Для жизнеобеспечения человеку необходим кислород. Из общего атмосферного давления на уровне моря на долю кислорода приходится примерно 160 мм рт. ст. (парциальное давление кислорода). Возможности человеческого организма к адаптации и изменению процентного содержания кислорода впечатляющие. Человек

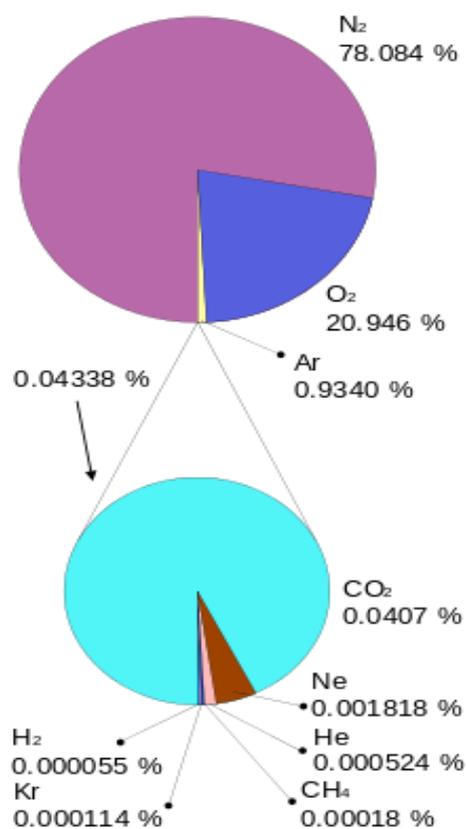


Рис. 1. Усредненный состав воздуха

может дышать при понижении давления кислорода до 98 мм.рт.ст. и лишь ниже наступает «кислородное голодание».

Верхняя граница возможного для человека парциального давления кислорода проходит на уровне 425 мм рт. ст., при большей концентрации O₂ наступает кислородное отравление. Итак, возможности организма человека допускают колебания содержания кислорода примерно в 4 раза. На космических аппаратах российского производства состав воздуха совпадает с составом воздуха на Земле, то есть в нем есть 70% азота.

Содержание азота в дыхательной атмосфере международной космической станции (МКС) составляет около 840 кг. Кроме того, существенный вес имеют и резервуары для хранения инертного газа. Помимо этого воздушный шлюз более сложный и, следовательно, более массивный, чем он должен быть в атмосфере чистого кислорода. В космических летательных аппаратах и станциях каждый грамм имеет значение. Поэтому в американских кораблях использовались иные подходы. С учетом способности человека адаптироваться не только к различному содержанию кислорода и особенно к внешнему давлению (организм человека может переносить колебания атмосферного давления: от 160 мм рт. ст. до нескольких атмосфер) на космических кораблях «Меркурий», «Джеминай» и «Аполлон» применяли одногазовую атмосферу, состоящую из чистого кислорода при давлении около 270 мм рт. ст. При этом проще и легче получается аппаратура для контроля давления и поддержания состава атмосферы.

Однако чистый кислород имеет свои недостатки: возникает угроза пожара на космическом корабле. Американские космонавты участники программы Аполлон-1: Вирджил Гриссом, Эдвард Уайт и Роджер Чаффи, погибли внутри космического корабля во время наземных испытаний, они сгорели заживо, причиной стало короткое замыкание, приведшее к моментальному воспламенению. Поэтому одногазовая система заменена на многокомпонентную, но содержащую кислород в количестве 60%. Гелий и аргон, также как и азот - инертная часть воздуха. Азот заменен на более легкий газ, гелий. Кубический метр азота весит 1,25 кг, а гелия - всего 0,18 кг, то есть в семь раз меньше.

Тем не менее, в американских космических аппаратах состав воздуха существенно отличается от земной атмосферы, как по составу, так и по давлению. Сейчас в летательных аппаратах американского производства, например, в «Skylab» дыхательная атмосфера состоит из 75% кислорода, 25% азота.

Различия в составе дыхательной атмосферы является большой проблемой, особенно в многонациональных программах, возглавляемых Россией и США, при использовании МКС. Сложность заключается не только в функционировании систем жизнеобеспечения, но и при решении вопросов пожарной безопасности. Повышенное содержание кислорода на пилотируемых американских кораблях увеличивает пожарную опасность. Однако и обычная атмосфера не гарантирует возникновения ЧС.

Например, 23.02.1997 г. произошел пожар на космической станции «Мир», когда в твердотопливном генераторе кислорода (ТГК), размещенном в модуле "Квант", в момент его включения загорелся твердый источник кислорода, что привело к прогару корпуса ТГК, повреждению панели интерьера и проходящих рядом воздуховода и кабелей. Сработали пожарные датчики, и экипаж, обнаружив возгорание, немедленно принял меры к его ликвидации. На станции в тот момент находилось шесть человек из 22-й и 23-й экспедиций: Валерий Корзун, Александр Калери, Василий Циблиев, Александр Лазуткин, Райнхольд Эвальд и Джерри Линенджер. К станции было пристыковано два корабля «Союз ТМ», что позволяло эвакуировать всех людей, однако один из кораблей оказался отрезан. Ситуация ухудшалась тем, что станция оказалась задымлена. Члены экипажа сами смогли устранить пожар, накрыв горящие шашки для выработки кислорода плотной тканью.

Слова пожарного эксперта НАСА Дэвида Урбана описывают пожар как одну из самых катастрофических ситуаций, в которых может оказаться экипаж космического корабля: «Вы не можете выйти наружу, вы в очень маленьком объеме, и ваш выбор спасения ограничен. Это

пространство может выносить гораздо меньшее количество пламени, чем вы можете перенести в вашем доме. Давление не может просто исчезнуть, тепло и токсические продукты остаются тоже там».

Причиной пожара в космосе может стать короткое замыкание, статическое электричество, дефект резервуаров, проблемы при столкновении с космическим мусором, метеорами, стыковка и расстыковка космических кораблей и т.п. Нельзя не отметить трудности, связанные с тушением пожара в пространственно ограниченном помещении, а также в условиях невесомости.

Существует несколько особенностей горения веществ в условиях невесомости. Во-первых, отсутствие конвекции. На земле при горении горячий воздух от нагретого тела поднимается вверх, а холодный, как более тяжелый, опускается вниз, это обеспечивает с одной стороны охлаждение нагретого тела, с другой подвод новых порций воздуха, обогащенных кислородом. В условиях невесомости в космическом корабле, на станциях сила тяжести отсутствует, поэтому конвекции нет, и охлаждения нагретого тела не происходит, поэтому в условиях невесомости опасность возникновения пожара даже от слабых источников зажигания вполне реальна. Ситуация с распространением пламени иная. В космическом корабле, где отсутствует естественная конвекция, продукты сгорания (углекислый газ и водяные пары) создают оболочку вокруг очага горения и, таким образом, закрывают доступ к нему свежих порций воздуха. Поэтому в условиях невесомости горение не может длительно продолжаться. Однако в системах жизнеобеспечения встроены вентиляционные системы, обеспечивающие перемещение воздушных масс и тем самым способствующие распространению пламени.

Другая особенность горения была обнаружена в ходе экспериментов, проводимых с 2008-2012 гг. под названием Flame Extinguishment Experiment (FLEX) на борту МКС. В ходе экспериментов внутри специальной камеры поджигали небольшие пузыри гептана и следили за пламенем. В условиях микрогравитации, пламя горит по-другому, образуя маленькие шарики (рис.2), т.е. горение осуществляется на поверхности.

Было обнаружено необычное явление, получившее название холодное горение. При этом пламя переходит в так называемую холодную фазу - наблюдается слабое горение, при этом пламя невозможно увидеть. Тем не менее, это было горение, и пламя могло мгновенно вспыхнуть с большой силой при контакте с топливом и кислородом. Обычно мы видим пламя при высокой температуре между 1227-1727 °С. Гептановые пузыри на МКС также ярко горели при этой температуре, но по мере исчерпания топлива и остывания, началось совсем другое горение - холодное. Оно проходит при относительно низкой температуре 227-527 °С и производит не сажу, CO₂ и H₂O, а более токсичные вещества - CO, формальдегид и H₂, который придает пламени голубоватый оттенок. Это не приятное открытие, так как «холодный огонь» представляет собой повышенную опасность: он легче воспламеняется, в том числе самопроизвольно, его сложнее обнаружить и, к тому же, он выделяет больше токсичных веществ.

Другой глобальный эксперимент «Пожар на космическом корабле» (или Saffire) был проведен в 2016 г. в грузовом корабле Cygnus. Источником пламени стала раскаленная проволока, которая подожгла большой кусок материи из хлопка и стекловолокна размером 1 м на



Рис. 2. Форма пламени на Земле (слева) и в условиях невесомости (справа)

40 см. Эксперимент проводили в специальном двухкамерном контейнере. Одна камера содержала материалы, которые, собственно, и должны были гореть, во второй находилась аппаратура для контроля и слежения за возникшим пожаром - различные датчики и камеры высокого разрешения. Горение происходит на поверхности.

Каким же образом можно ликвидировать пожар на космической станции или корабле?

Среди возможных способов – разгерметизация. Давление газа в летательных аппаратах равно 1 атм, а окружающее давление в космическом пространстве практически можно считать равным нулю. Поэтому, если открыть какой-либо люк или клапан (который может открываться автоматически по сигналу, полученному с датчика, обнаружившего воспламенение), воздух из кабины очень быстро перейдет в космическое пространство и горение сразу же прекратится.

Выпуск воздуха из кабины - очень удобный способ тушения пожара в космическом пространстве, но следует помнить, что в кабине находятся люди без скафандров. Для облачения в скафандр требуется не менее 25-30 мин. Поэтому разгерметизация как средство тушения пожара может применяться только в космических кораблях, кабины которых разделены на несколько отсеков, с герметично закрывающимися люками сообщения. В случае возникновения в отсеке пожара экипаж переходит в другой отсек, при этом отсек в котором возник пожар, соединяется с космическим пространством.

Использование традиционных средств пожаротушения - воды, порошковых составов исключается, т.к. источники электроэнергии и жизнеобеспечения работают непрерывно. Порошковые составы в условия невесомости распространятся по всему объему и создадут проблемы с очисткой воздуха для дыхания. Вводить пеногасители небезопасно для космонавтов, так как все происходит в замкнутом пространстве.

Рассмотрим системы и средства обеспечения пожарной безопасности российского сегмента МКС. Как уже отмечалось выше МКС, состоит из двух автономных сегментов - российского и американского. Каждый сегмент МКС обеспечивает жизнедеятельность трех членов экипажа и предоставляет все необходимые ресурсы (транспортные услуги, энергетическое обеспечение, команды управления и т.п.) для поддержания работоспособности станции и проведения на ее борту научных исследований. Российский сегмент МКС включает в себя модули "Заря", "Звезда" и "Пирс", а также отечественную транспортную систему, состоящую из грузовых кораблей "Прогресс" и пилотируемых кораблей «Союз» (рис.3).

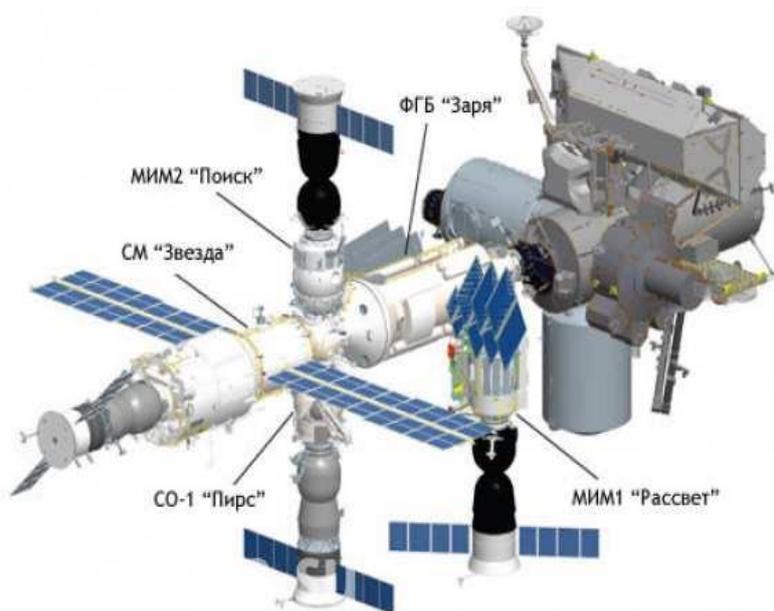


Рис. 3. Схема российского сегмента МКС

Специалистами РКК «Энергия» им. С.П. Королева совместно с ВНИИПО МЧС России и другими организациями разработан комплекс профилактических и активных мер, позволяющих предупредить пожароопасные ситуации, а в случае возгорания справиться с пожаром и его последствиями. Для тушения пожара на МКС имеются огнетушители: огнетушитель космический ручной ОКР-1 и огнетушитель специальный переносной ОСП-4 (рис.4). Оба они тушат пожар струей воздушно-механической пены, которая изолирует возгорание от кислорода атмосферы внутри корабля и охлаждает зону горения.



Рис. 4. ОКР-1 в экспозиции музея космонавтики

Кроме того, пузырьки пены, выбрасываемой из огнетушителя ОКР-1, наполнены азотом, который дополнительно снижает содержание кислорода в зоне горения, увеличивая эффективность тушения. Огнетушители разработаны так, чтобы с ними можно было работать при любом положении огнетушителя в пространстве, в том числе и в невесомости. Огнетушители ОКР-1 и ОСП-4 различаются типом огнетушащего вещества, габаритами, массой и соответственно количеством вырабатываемой огнетушащей пены. Более объемный ранцевый огнетушитель ОСП-4 размещен в наиболее просторном и свободном модуле «Заря». Портативный ручной огнетушитель ОКР-1, размещен в модулях «Звезда» и «Пирс» [Романов С.Ю. Противопожарные средства космической станции // *Аэрокосмический курьер*. 1999. № 5; Алексеев В.А., Андреева Т.В., Ивянский М.А., Романов С.Ю., Семенов А.В. Средства противопожарной защиты на пилотируемых орбитальных станциях// *Известия РАН «Энергетика»*. 2003. № 4.].

Следует отметить, что поиск более эффективных средств пожаротушения не теряет своей актуальности. Используемая в огнетушителях воздушно-механическая пена, имеет повышенную адгезию к поверхности благодаря клеевым присадкам, однако она не позволяет, например, капсулировать токсичные продукты горения. Развитие полимерной химии, создание умных материалов, в которых отклик пропорционален вызванному явлению позволил авторам работы предложить идею использования огнестойких пенополиуретанов (ППУ) и на их основе разработать «умный» огнетушащий состав. Предпосылками для возможности создания подобного состава являются: зависимость скорости полимеризации полиуретанов от температуры; высокая изолирующая способность с возможностью заключения продуктов горения в сферы полимера; возможность подачи компонентов под давлением.

Пенополиуретаны - группа газонаполненных пластмасс на основе полиуретанов. Для их получения в общем случае требуется два компонента: полиол и полиизоцианат, которые вступают в химическую реакцию по схеме, представленной на рис. 5.

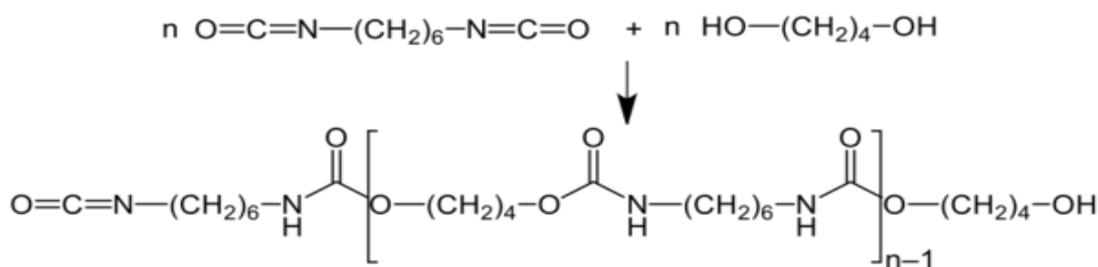


Рис. 5. Схема реакции образования ППУ

В зависимости от используемого полиола, полиизоцианата получают различные материалы, кардинально отличающиеся по своим свойствам. Среди ППУ описаны пенополиуретаны, обладающие огнезащитными свойствами. Например, в компании *Baufotox* созданы композиции, которые под воздействием пламени или высокой температуры вспучиваются и образуют карбонизованный поверхностный слой, который защищает материал от последующего воздействия пламени или высокой температуры (эффект интумесценции). Другой подход описан в ряде патентов, например [RU 2006121970; RU 2010143318; RU2350629], в которых в реакционную смесь вводят антипирены. Как правило, это специально синтезированные органические соединения, содержащие хлор, бром, ароматические соединения с фосфатными группами. Известна композиция для получения огнестойкого пенополиуретана [RU 2040531] путем использования синергетического действия добавок вспучивающегося графита и меламин. В патенте [RU 2336283 С2] приведена композиция для получения огнестойкого пенополиуретана, включающая смесь полиолов, полиизоцианат и огнезащитные добавки: графит, цианурат меламин и фосфогипс.

Таким образом, подводя итог вышеизложенному можно заключить, что, несмотря на достигнутые успехи проблем, остается много и развитие современной науки позволяет предложить новые способы и их решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. RU 2006121970. Хуссейн С., Эплин Д.Т., Браун У.Р., Колич Ч.Х., Мак А.Г. Антипирен, композиции добавок и огнестойкие полиуретаны. 2006.
2. RU 2010143318. Хайтманн У., Бауэр А., Кюнemann Д., Хоенхорст М. Огнестойкий эластичный мягкий пенополиуретан пониженной плотности.
3. RU 2350629. Кустов В.Г., Терешатов С.В., Федченко Н.Н., Горшкова Л.В., Онорина Л.Э., Федченко В.В., Кичигин А.И. Композиция для получения напыляемых жестких пенополиуретанов.
4. RU 2040531. Хайтманн У., Россель Х., Способ получения огнестойкого эластичного пенополиуретана.
5. RU 2336283 С2. Сучков В.П., Мольков А.А., Дергунов Ю.И. Способ получения огнестойкого наполненного пенополиуретана.

УДК 614.841.334.1

ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА РИСКА ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ ПОЖАРЕ

И. А. Лобаев, А. А. Волошенко

ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Предлагается экспресс-оценка подтверждения соответствия требований пожарной безопасности риску причинения вреда от воздействия критической поверхностной плотности теплового потока.

Ключевые слова: безопасное расстояние, тепловой поток, экспресс оценка

RAPID ASSESSMENT OF THE RISK OF DAMAGE TO PROPERTY FROM THE EFFECTS OF HEAT FLOW IN THE FIRE

I. A. Lobaev, A. A. Voloshenko

The express assessment of conformity of requirements of fire safety to risk of harm from influence of critical surface density of a heat flux is offered

Keywords: safe distance, heat flux, express estimation

Возможность предварительного и оперативного применения оценки риска причинения вреда соседнему зданию от теплового воздействия, связанного с угрозой влияния лучистого теплового потока через проемы на различные вещества и материалы, весьма затруднительна при постоянном использовании расчетной методики. В условиях дефицита времени, которое регламентировано различными процессуальными действиями органов государственного пожарного надзора, необходима экспресс-оценка риска причинения вреда имуществу от воздействия теплового потока при пожаре, которая позволит за короткое время получить результат по противопожарным разрывам для подтверждения соответствия безопасного фактического расстоянию между зданиями, сооружениями.

Критерий, позволяющий отреагировать на угрозу распространения пожара между объектами защиты, является воспламеняемость различных строительных материалов, находящихся в зданиях I-V степеней огнестойкости класса функциональной пожарной опасности Ф.1-Ф.5 и одежды пожарных подразделений, участвующих в тушении пожара, от воздействия на них критической поверхностной плотности теплового потока.

Для оценки угрозы причинения вреда соседним зданиям при пожаре и определения критических расстояний, использован расчетный метод для информационной поддержки управления пожарным риском, представленный в [2, 4], который применяется при горении различных материалов (ЛВЖ, ГЖ, СУГ, СПГ и ТГМ) для прогнозирования воздействия теплового потока на различные материалы при пожаре, оценка которого регламентирована ст. 9 [2]. Представленный метод позволяет определить степень участия строительных конструкций в развитии пожара и их способности к образованию опасных факторов пожара, в частности теплового потока. А также позволяет оценить во времени реальную угрозу повреждения материала от теплового воздействия, в том числе и через не нормируемые по пожарной опасности заполнения проемы в ограждающих строительных конструкциях здания, сооружения.

Для принятия управленческого решения о соответствии объекта защиты I-V степеней огнестойкости класса функциональной пожарной опасности Ф.1-Ф.5 риску причинения вреда чужому имуществу, необходимо учитывать:

- наличие проемов в ограждающих конструкциях зданий, сооружений;

- пожарную опасность наружных материалов строительных конструкций в здании;
- критические значения поверхностной плотности теплового потока;
- организацию деятельности подразделений пожарной охраны.

Проведенные многократные численные эксперименты по расчету влияния критической поверхностной плотности теплового потока на сгораемые вещества и материалы позволили разработать формулы (1-11) определения безопасного расстояния г:

- «кожи человека (1,4 кВт/м²)»:

$$r = (-0,0002((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0157((b - 0,7)/0,1) + 0,2266)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0045((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,3114((b - 0,7)/0,1) + 4,8624), \quad (1)$$

- «кожи человека (7,0 кВт/м²)»:

$$r = (-0,0001((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0079((b - 0,7)/0,1) + 0,0836)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0022((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,1384((b - 0,7)/0,1) + 2,1107), \quad (2)$$

- «кожи человека (10,5 кВт/м²)»:

$$r = (-0,0001((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0069((b - 0,7)/0,1) + 0,0597)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0019((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,1126((b - 0,7)/0,1) + 1,6889), \quad (3)$$

- «боевой одежды пожарного (общего назначения) (4,2 кВт/м²)»:

$$r = (-0,0001((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0096((b - 0,7)/0,1) + 0,1181)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0027((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,1779((b - 0,7)/0,1) + 2,7466), \quad (4)$$

- «боевой одежды пожарного и специальной защитной одежды пожарного изолирующего типа (5,0 кВт/м²)»:

$$r = (-0,0001((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0089((b - 0,7)/0,1) + 0,1052)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0024((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,161((b - 0,7)/0,1) + 2,5221), \quad (5)$$

- «легковоспламеняющейся, горючей и трудногорючей жидкости»:

$$r = (-0,0001((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0064((b - 0,7)/0,1) + 0,0503)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0017((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,1029((b - 0,7)/0,1) + 1,5255), \quad (6)$$

- «древесины (сосна влажностью 12%)»:

$$r = (-0,0001((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0061((b - 0,7)/0,1) + 0,0417)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0016((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0942((b - 0,7)/0,1) + 1,3778), \quad (7)$$

- «резины»:

$$r = (-0,00009((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,006((b - 0,7)/0,1) + 0,0396)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0016((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0921((b - 0,7)/0,1) + 1,3406), \quad (8)$$

- «стеклопластика»:

$$r = (-0,00009((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0059((b - 0,7)/0,1) + 0,037)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0016((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0896((b - 0,7)/0,1) + 1,2961), \quad (9)$$

- «рулонной кровли»:

$$r = (-0,00009((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0056((b - 0,7)/0,1) + 0,0318)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0016((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0844((b - 0,7)/0,1) + 1,2035), \quad (10)$$

- «лакокрасочного покрытия»:

$$r = (-0,00006((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0045((b - 0,7)/0,1) + 0,0168)((a - 0,7)/0,1) + (-0,0014((b - 0,7)/0,1)^2 + 0,0694((b - 0,7)/0,1) + 0,92), \quad (11)$$

где b – ширина проема, м;

a – высота проема, м.

Разработан алгоритм оценки соответствия требованиям пожарной безопасности, направленные на ограничение распространения пожара между зданий Ф1-Ф5 риску причинения вреда с учетом применения экспресс-формул (рис. 1).

Для оценки оперативности и точности применения полученного алгоритма оценки мероприятий (требований), направленных на ограничение распространения пожара между зданиями (сооружениями) с учетом экспресс-формул, проведем его сравнительный анализ с нормативным расчетным методом (см. табл. 1).

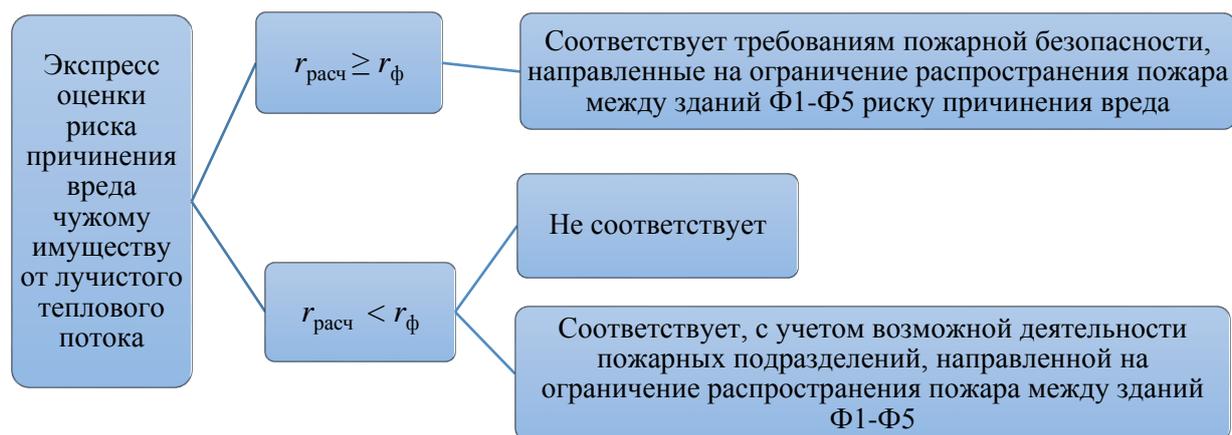


Рис. 1. Алгоритм оценки соответствия требованиям пожарной безопасности, направленные на ограничение распространения пожара между зданий Ф1-Ф5 риску причинения вреда

Таблица 1. Сравнительный анализ применения нормативной расчетной и экспресс-оценке риска причинения вреда от воздействия теплового потока при пожаре

Методы	Горючее вещество	Функциональная пожарная опасность здания, сооружения, Ф	Количество формул, ед.	Количество расчетных показателей, ед.	Время, мин.
Нормативный	Твердый горючий материал	Ф1-Ф5	4	10	25
Экспресс оценка	Твердый горючий материал	Ф1-Ф5	1	2	2

Результаты сравнительного анализа предварительной оценки риска, связанного с угрозой влияния лучистого теплового потока через проемы, на различные вещества и материалы, показал эффективность практического применения экспресс-оценки, которая в 12,5 раз превышает время, потраченное на использование нормативной расчетной методики.

Для определения точности применения полученных экспресс-формул и отражения близости результатов измерений необходимо провести сравнение результатов расчета по нормативной расчетной и экспресс-оценке.

Сравнительный анализ точности результатов расчетов проводится по формулам (1-11). В табл. 2 представлены результаты данного анализа.

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x_{ист}} = \frac{|x_{ист} - x_{измер}|}{x_{ист}} \times 100\%, \quad (12)$$

где ε_x – относительная погрешность; Δx – абсолютная погрешность; $x_{ист}$ – истинное значение; $x_{измер}$ – измеряемая величина.

Результаты сравнительного анализа расчетов показывает высокую точность измерений по экспресс формулам, что соответствует малым относительным погрешностям результатов, не превышающие 4,68 %, при этом абсолютная погрешность составляет 0,2462 м (не превышает 25 см).

Для обоснованного принятия решения о наличии нарушений требований пожарной безопасности, создающих угрозу чужому имуществу необходимо рассмотреть их практическое применение экспресс оценки на примере осуществления должностными лицами федеральной противопожарной службы МЧС России.

Таблица 2. Результаты сравнения расчетов, произведенных по нормативной расчетной и экспресс оценке

№ п/п	Облучающая поверхность	Критическая интенсивность теплового излучения, кВт/м ²	Размеры факела пламени: b · a, м·м	Безопасное расстояние r по нормативному расчетному методу / по экспресс-формуле, м/м	Относительная погрешность, %	Абсолютная погрешность, м
1	кожа человека	1,4	2,1·2,1	13,7938/14,040	1,78	0,2462
2	стеклопластик	15,3	1,15·1,24	2,0313/2,0002	1,53	0,0311
3	кожа человека	10,5	0,84·2,07	2,6551/2,7399	3,19	0,0848
4	боевая и специальная защитная одежда пожарного	5,0	2,08·1,05	5,0067/5,0182	0,22	0,0115
5	ЛВЖ (ГЖ)	12,1	1,69·0,99	2,6619/2,6787	0,63	0,0168
6	лакокрасочное покрытие	25,0	0,8·0,8	0,9640/1,0092	4,68	0,0452
7	резина	14,8	2,1·2,1	3,7199/3,7998	2,14	0,0799
8	кожа человека	7,0	0,8·1,3	2,8209/2,7953	0,9	0,0256
9	рулонная кровля	17,4	1,47·2,1	2,6815/2,7326	1,90	0,0511
10	древесина (сосна влажностью 12%)	13,9	1,12·1,38	2,2023/2,1909	0,51	0,0114

Пример практического применения:

Рассмотрим сценарий возникновения пожара в помещении одно этажного общественного здания II степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности С0, класс пожарной опасности строительных конструкций К0 (15). Рядом на расстоянии 7 метров расположено одно этажное жилое здание IV степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности С0, класс пожарной опасности строительных конструкций К0 (15). Основание заполнения конного проема в жилом здании - деревянное. На этаже общественного здания размещено одно окно (высота проема a = 2,0 м, ширина проема b = 1,0 м), направленное в сторону жилого здания.

Для подтверждения соответствия безопасного расстояния r воспользуемся экспресс оценкой риска причинения вреда чужому имуществу (см. рис. 1), с помощью экспресс-формулы (7) от воздействия теплового потока на поверхность облучения в жилом здании, а именно, оконный проем, выполненный из древесины:

$$r = (-0,0001((1,0 - 0,7)/0,1)^2 + 0,0061((1,0 - 0,7)/0,1) + 0,0417)((2,0 - 0,7)/0,1) + (-0,0016((1,0 - 0,7)/0,1)^2 + 0,0942((1,0 - 0,7)/0,1) + 1,3778) \approx 2,42 \text{ м}$$

Результаты расчета определили допустимое безопасное расстояние по пожароопасному материалу (деревянный оконный проем) в конструкциях жилого здания III степени огнестойкости - 2,42 (рис. 2). При условии обеспечения требуемых проездов и подъездов для пожарной техники к зданиям и без учета оценки эффективных и безопасных действий пожарных подразделений. Фактическое расстояние между зданиями составляет 7 метров.

Применение экспресс-оценки по формуле (7), с учетом показателей пожарной опасности веществ и материалов в конструкциях здания, показало, что фактическое расстояние между зданиями $r_{\text{ф}} = 7 \text{ м}$ является безопасным, поскольку расчетное минимальное допустимое безопасное расстояние между зданиями $r_{\text{р}} = 2,42 \text{ м}$.

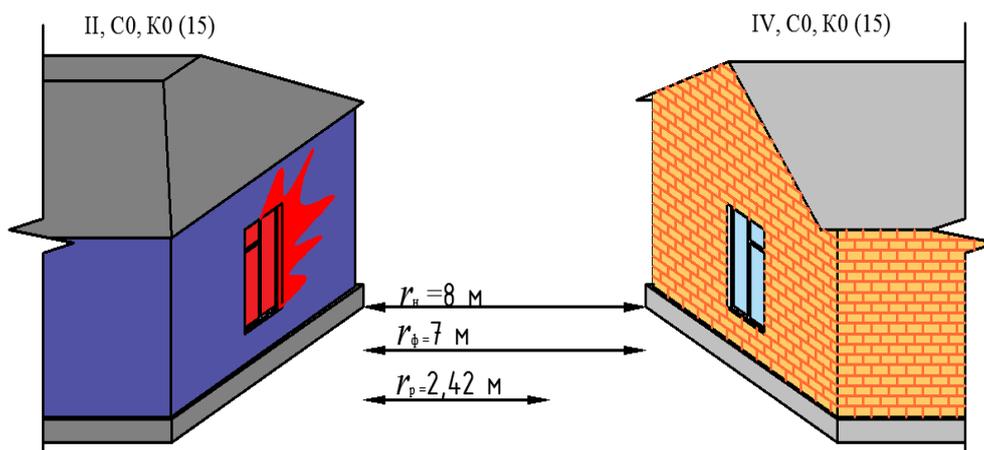


Рис. 2. Расчетное допустимое безопасное расстояние между объектами защиты с учетом воздействия теплового потока

Выводы:

1. Экспресс-оценка риска причинения вреда от воздействия теплового потока при пожаре основана на нормативной расчетной методике оценки риска причинения вреда соседнему зданию от теплового воздействия, связанного с угрозой влияния лучистого теплового потока через проемы на различные вещества и материалы с относительными погрешностям результатов, не превышающие 4,68 %, и абсолютной погрешностью 0,2462 м.

2. Время получения результатов по экспресс-оценке риска причинения вреда от воздействия теплового потока при пожаре в 12,5 раз превышает время получения результатов по нормативной расчетной методике.

3. Авторами разработан новый алгоритм оценки соответствия требованиям пожарной безопасности, направленные на ограничение распространения пожара между зданий Ф1-Ф5 риску причинения вреда.

4. Реализация экспресс-оценки позволит сотрудникам государственного пожарного надзора, осуществляющих деятельность по расследованию пожара или оценки соответствия объектов защиты быстро и обоснованно установить наличие угрозы имуществу, вину и существенно упростит выбор соразмерных с этими рисками противопожарных мероприятий, используя только информацию, полученную визуальным путем (линейные размеры проема, пожароопасные вещества и материалы) [5, 6].

5. Решение данной задачи позволяет привести в соответствие нормативную базу в области пожарной безопасности с учетом риска причинения вреда, что согласуется с Основами государственной политики в области пожарной безопасности в части перехода на риск-ориентированную модель реализации контрольных функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
2. ГОСТ 12.1.004-91* «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»;
3. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»;
4. Кошмаров Ю.А., Башкирцев М.П.: Термодинамика и теплопередача в пожарном деле. Учебник, ВИПТШ МВД СССР, 1987 г. - 444 с.;
5. Козлачков В.И., Ягодка Е.А., Волошенко А.А. Оценка пожарных разрывов с учетом воздействия теплового потока на имущество. Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. Вып.3 (67) 30.06.2016. – <http://ipb.mos.ru/ttb>;
6. Волошенко А.А. Экспресс-оценка теплового потока для определения безопасных зон работы подразделений федеральной противопожарной службы. // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 4 (74). – 2017.– <http://ipb.mos.ru/ttb>.

УДК 543.429.22

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС

И. В. Холодков, Н. В. Холодкова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

Рассмотрены физические основы электронного парамагнитного резонанса, особенности применения данного метода исследования при изучении парамагнитных частиц в газовой фазе. Показана возможность применения ЭПР спектроскопии для исследования процессов, протекающих в низкотемпературной неравновесной плазме.

Ключевые слова: парамагнитная частица, ЭПР спектроскопия, эффект Зеемана

ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE

I. V. Kholodkov, N. V. Kholodkova

The physical basics of electronic paramagnetic resonance and the peculiarities of the application of this method in the study of paramagnetic particles in the gas phase are considered. The possibility of using EPR spectroscopy to study the processes occurring in a low-temperature nonequilibrium plasma is shown.

Keywords: paramagnetic particle, ESR spectroscopy, Zeeman effect

Изучением процессов взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, в частности поглощением излучения атомами или молекулами, занимается раздел физики – спектроскопия.

Структура энергетических уровней электронов в атоме определяется их взаимодействием как друг с другом (отталкивание), так и с ядром атома (притягивание). В результате изменения своей энергии вследствие ее приобретения или испускания в виде излучения в различных областях спектрального диапазона (ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной) электроны способны осуществлять переходы между отдельными энергетическими уровнями.

Отдельную группу составляют переходы, возникающие в результате изменения ориентации в пространстве магнитного момента электрона. Эти переходы наблюдаются при воздействии на вещество электромагнитного излучения в радиочастотной области (свыше 10^8 Гц). Следует отметить, что данные процессы возможны только при условии наличия дополнительного фактора в виде внешнего магнитного поля, приводящего к возможности разделения спиновых состояний электронов по энергии. Так как поглощение энергии радиочастотного излучения электронной и ядерной подсистемой наблюдается только при определенных значениях напряженности внешнего магнитного поля, данный процесс называется магнитным резонансом.

С точки зрения современной радиоспектроскопии существует множество типов резонансных явлений, связанных с процессами изменения энергии электронов:

- ядерный магнитный,
- электронный парамагнитный,
- двойной электронно-ядерный магнитный,
- оптически детектируемый магнитный,
- циклотронный,
- электронный ферромагнитный,
- электронный антиферромагнитный.

Широкое практическое применение нашли два основных вида резонансных явлений: электронный парамагнитный резонанс (ЭПР-спектроскопия) и ядерный магнитный резонанс (ЯМР-спектроскопия).

Открытию электронного парамагнитного резонанса в 1944 г. Завойским Е.К. предшествовало изучение процессов поглощения СВЧ излучения (парамагнитной релаксации) солями ионов группы железа [1].

Параметром, определяющим парамагнетизм вещества, является отличный от нуля магнитный момент. Этому условия удовлетворяет большое число систем:

- атомы или молекулы с нечетным числом электронов (атомы водорода, азота, кислорода, молекулы NO, O₂);
- свободные радикалы в твердой, жидкой и газообразной фазах – молекулы, содержащие один неспаренный электрон.
- бирадикалы – молекулы, содержащие два неспаренных электрона, удаленные на такое расстояние, что взаимодействие между ними оказывается очень слабым;
- ионы с частично заполненными электронными оболочками - ионы переходных и редкоземельных металлов.
- локальные нарушения кристаллической решетки (точечные дефекты и примесные атомы в твердых телах, F-центры, радиационные дефекты в кристаллах полупроводников и диэлектриков);
- системы в триплетном состоянии (два неспаренных электрона).

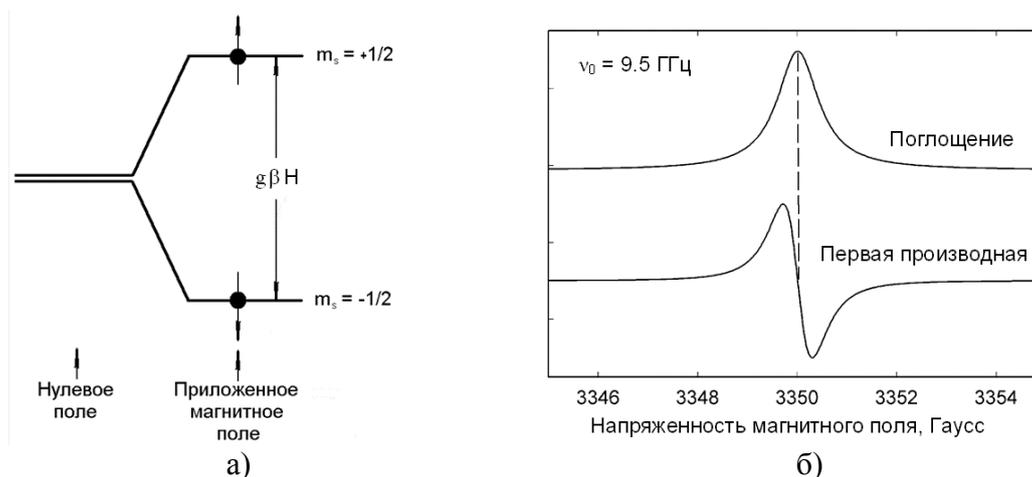


Рис. 1. Расщепление энергетических уровней одиночных электронов в магнитном поле (эффект Зеемана) (а) и соответствующий спектр ЭПР (б)

Согласно квантовой теории строения атома его магнитный момент складывается из орбитальных магнитных и спиновых магнитных моментов атома вещества и находится как

$$\mu_J = -g\beta\sqrt{J(J+1)},$$

где β – магнетон Бора ($9.27 \cdot 10^{-24}$ Дж/Тл), является естественной единицей магнитного момента, J – полный момент импульса атома, g – фактор Ланде (фактор магнитного расщепления):

$$g = 1 + \frac{J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2J(J+1)},$$

где S , L – спиновой и орбитальный моменты атома, соответственно.

Когда внешнее магнитное поле отсутствует, спины неспаренных электронов направлены хаотически. При наложении магнитного поля они ориентируются по полю и против поля в соответствии со значением спина электрона $s = 1/2$ (рис. 1а). Энергии спина в магнитном поле с напряженностью H на верхнем (E_B) и нижнем (E_H) уровнях равны:

$$E_B = g\beta H(+1/2) \text{ и } E_H = g\beta H(-1/2).$$

Если на парамагнетик, находящийся в магнитном поле напряженностью H_0 , падает электромагнитное излучение, квант которого $h\nu_0$ равен расстоянию между двумя магнитными уровнями возникают переходы между уровнями. Согласно эффекту Зеемана [2] каждый уровень в этом случае расщепляется на $2J+1$ подуровней с расстоянием между ними равном

$$\Delta E = E_H - E_B = g\beta H_0 = h\nu_0$$

При этом вероятность перехода для каждого отдельного спина с одного уровня на другой не зависит от того, на каком уровне он находится. Поскольку в равновесном состоянии заселенность нижних уровней больше, то переходы снизу вверх с поглощением энергии электромагнитного излучения будут преобладать. Когда разность числа частиц на верхнем и нижнем уровнях будет равна нулю, поглощение энергии прекратится. Такое состояние называется насыщением.

Фактор магнитного расщепления g определяет положение центра линии в спектре ЭПР-поглощения (рис. 1б), т.е. играет ту же роль, которую в оптической спектроскопии играет величина λ_{\max} – длина волны максимума оптического поглощения. Следует отметить, что g -факторы разных радикалов достаточно близки, в результате сигналы в спектре ЭПР этих радикалов лежат в одной и той же области значений магнитного поля и при совместном присутствии в одном образце соответствующих радикалов накладываются друг на друга.

Запись спектра ЭПР возможно изменением как частоты СВЧ-поля, так и величины магнитного поля. Используется только последний способ, так как резонатор и волноводы функционируют достаточно эффективно только при изменениях частоты в небольших пределах. В большинстве современных спектрометров частота СВЧ-поля лежит в диапазоне свыше 10 ГГц (длина волны менее 3 см), а спектр регистрируется в виде первой производной по напряженности магнитного поля для уменьшения влияния шумов.

Конструкция типичного ЭПР-спектрометра включает в себя следующие основные части (рис. 2):

- источник излучения сверхвысокочастотного поля (клистрон, лавинно-пролетный диод и др);
- устройства, направляющие и регулирующие поток СВЧ-поля: волноводы, аттенюатор, позволяющий регулировать мощность СВЧ-поля, и ряд согласующих элементов;
- ячейка для образцов – резонатор;
- приемник излучения – детектор, усилители и регистрирующая часть;
- электромагнит – источник магнитного поля, необходимого для наблюдения явления ЭПР вместе с системой, позволяющей стабилизировать напряженность магнитного поля и линейно изменять ее.

Метод ЭПР-спектроскопии – единственный способ прямого обнаружения неспаренных электронов. Остальные способы, такие как флюоресценция, позволяют только косвенным образом определить присутствие свободных радикалов.

В газовой фазе могут регистрироваться парамагнитные частицы, как в атомарном, так и молекулярном состояниях. Парамагнитные молекулы в газообразном состоянии обладают особенностями, характерными для молекул, далеко удаленных друг от друга в простран-

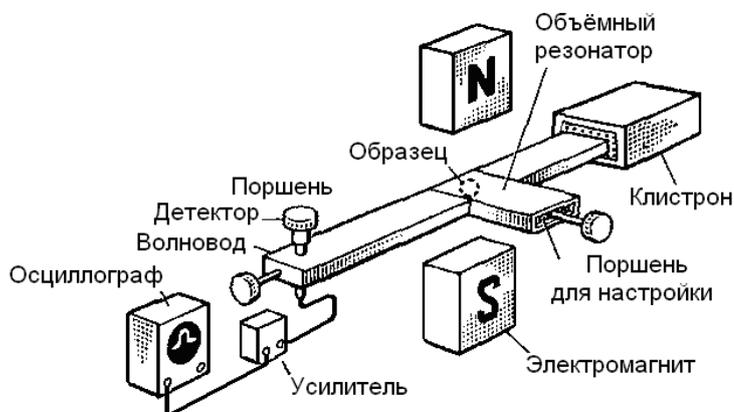


Рис. 2. Структурная схема простейшего ЭПР-спектрометра

стве. Их вращательный момент, который в жидких или твердых фазах погашен, сильно взаимодействует с электронным спином и орбитальным моментом. Это взаимодействие ведет к возникновению множества уровней и существенному усложнению наблюдаемого спектра (рис. 3). Вследствие высокой чувствительности парамагнитных центров к своему локальному окружению, метод ЭПР спектроскопии используется для изучения на структуры молекулы в области локализации неспаренного электрона. В ряде случаев спектр можно наблюдать для молекул, не содержащих неспаренных электронов (например, $O_2(^1\Delta_g)$).



Рис. 3. Спектр ЭПР молекул NO во вращательном состоянии $J = 5/2$ [3]

Примером атомов, регистрируемых ЭПР-спектрометром может служить атом кислорода в основном электронном состоянии $O(^3P)$, спектр которого состоит из шести линий, концентрирующихся около g -фактора = 1.5. Две из них соответствуют метастабильному состоянию 3P_1 , и четыре – основному состоянию 3P_2 (рис. 4а).

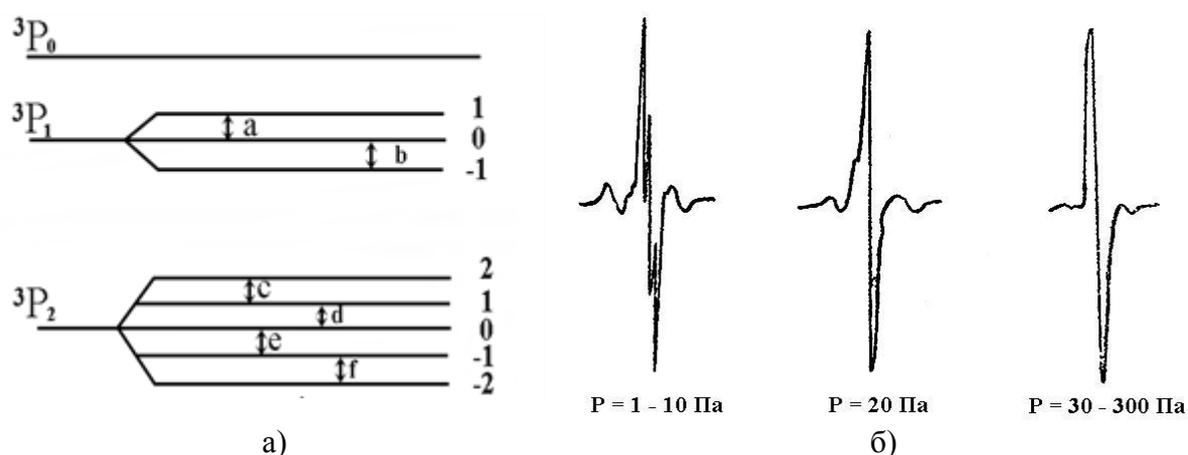


Рис. 4. Энергетические уровни и переходы (а) и спектр ЭПР при разных давления атома кислорода (б)

Вид спектра зависит от давления газа (рис. 4б). При давлениях от 1 до 10 Па ЭПР спектр содержит шесть линий, амплитуда которых возрастает с ростом давления. Дальнейшее увеличение давления до 350 Па приводит к быстрому уширению линий. В результате четыре линии, отвечающие основному состоянию, сливаются в одну, ширина которой при 270 Па составляет около 4 Э.

Преимуществом магниторезонансных методов исследования является высокая чувствительность, необходимая при исследовании образцов с низкой концентрацией парамагнитных частиц, а также безинерционность, позволяющая применять эти методы для непрерывного контроля химических и физических процессов.

При изучении ЭПР газообразных свободных радикалов ячейку для образца, помещаемую в резонатор спектрометра, заменяют участком проточной вакуумной системы. В результате регистрируемая спектральная линия соответствует относительной концентрации парамагнитных частиц (в частности, атомов кислорода в основном состоянии $O(^3P)$), образованных

в области плазмы и достигнувших резонатора, не «погибнув» ни в объеме реактора, ни на его стенках [4-5].

Измерение концентрации атомов кислорода относительно времени контакта атомов с активной поверхностью позволяет определить вероятность их гетерогенной рекомбинации [6]. Данный параметр дает важную информацию о взаимодействии активных частиц плазмы и поверхности, ограничивающей ее. Кроме того, значение вероятности гетерогенной рекомбинации является одним из входных параметров при моделировании плазмохимических процессов с целью их оптимизации и изучения механизмов образования и гибели активных частиц [7, 8].

Применительно к плазмохимическим процессам, ЭПР-спектроскопия позволяет получить информацию о механизме образования на поверхности материалов, обрабатываемых в плазме, различных функциональных групп, содержащих свободные радикалы, (например: гидрофильных групп на поверхности гидрофобных полимеров) [9].

Низкотемпературная плазма используется не только для поверхностной обработки материалов, но и для синтеза новых полимерных материалов. Полученные таким образом полимеры отличаются большим содержанием в своем составе захваченных долгоживущих свободных радикалов, в большинстве алкильного типа. Такой результат свидетельствует о рекомбинационном механизме процесса полимеризации, основного для плазмохимических систем, когда образование и гибель радикалов не являются последовательными и зависящими друг от друга стадиями [10]. В спектре ЭПР таких радикалов наблюдается синглет с g -фактором около 2, что соответствует g -фактору свободного электрона и не зависит от природы исходного вещества. Следует отметить, что метод ЭПР регистрирует все радикалы, как содержащиеся в объеме исследуемого образца, так и те, которые локализованы на его поверхности и определяют ее активность.

Таким образом, ЭПР спектроскопия является важным инструментом при проведении научных исследований в области получения различных функциональных покрытий и новых химических соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтишулер С.А., Козырев Б.М. Электронный парамагнитный резонанс // Успехи физических наук, 1957, Т. LXIII, Вып. 3. С. 533-573.
2. Инграм Д. Электронный парамагнитный резонанс в свободных радикалах. М.: Изд. Иностранной Литературы, 1961. 346 с.
3. Вертц Дж., Болтон Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР. М.: Мир, 1975. 548 с.
4. Холодкова Н.В., Холодков И.В., Бровикова И.Н. Влияние добавки аргона на диссоциацию молекул кислорода в тлеющем разряде постоянного тока // Теплофизика высоких температур. 2009. Т. 47. № 3. С. 473-476.
5. Холодков И.В., Холодкова Н.В., Смирнов С.А. Гетерогенная рекомбинация атомов кислорода на поверхности алюминиевой фольги в условиях низкотемпературной плазмы // Теплофизика высоких температур. 2016. Т. 54. № 5. С. 676-680.
6. Холодкова Н.В., Холодков И.В. Гетерогенная рекомбинация атомов на поверхностях твердых тел // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2014. Т. 57. № 2. С. 3.
7. Смирнов С.А., Рыбкин В.В., Холодков И.В., Титов В.А. Моделирование процессов образования и гибели нейтральных частиц в плазме воздуха. Кинетика нейтральных компонентов // Теплофизика высоких температур. 2002. Т. 40. № 3. С. 357.
8. Бровикова И.Н. Кинетика образования и гибели атомов кислорода $O(^3P)$ в плазме воздуха // Теплофизика высоких температур. 2004. Т. 42. № 6. С. 869.
9. Кутепов А.М., Захаров А. Г., Максимов А. И., Титов В.А. Плазменное модифицирование текстильных материалов: перспективы и проблемы // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2002. Т. XLVI. № 1. С. 103-115
10. Ясуда Х. Полимеризация в плазме. М.: Мир, 1988. 374 с.

УДК 537.525

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛАЗМЫ АРГОНА, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ С ПОЛИКАРБОНАТОМ

Д. А. Трошенкова, С. А. Смирнов
ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

В работе представлены экспериментальные данные об электрофизических параметрах плазмы при обработке пленочного поликарбоната марки LEXAN 8010 в плазме аргона в диапазоне тока разряда от 20 до 110 мА и давлении 100 Па. При различной площади обрабатываемого материала измерена напряженность электрического поля и температура газа на оси разряда. Показано, что с увеличением площади обрабатываемого материала в реакторе изменяется приведенная напряженность электрического поля и температура газа.

Ключевые слова: плазма аргона, поликарбонат, напряженность электрического поля, температура газа, эффект загрузки

ELECTROPHYSICAL PARAMETERS OF ARGON PLASMA INTERACTING WITH POLYCARBONATE

D. A. Troshenkova, S. A. Smirnov

Experimental data on plasma parameters interacting with polycarbonate film LEXAN 8010 in argon plasma with discharge current from 20 to 110 mA and fixed pressure 100 Pa. Electric field and axial gas temperature were measured with different area of processed polymer. It was shown, that with increasing area of processed polymer the reduced electric field and gas temperature also changes.

Keywords: argon plasma, polycarbonate, electric field, reduced electric field, gas temperature, loading effect

Полимерные материалы используются практически во всех отраслях мировой промышленности, включая авиакосмическую, биомедицинскую, полупроводниковую, автомобильную отрасли. Они применяются в самых различных областях, начиная с технологии тонких плёнок и защитных покрытий и заканчивая композитными материалами, оптоволоконными технологиями и т.д. Как правило, они характеризуются низкими значениями поверхностной энергии, плохо смачиваются растворителями, плохо склеиваются, имеют низкую адгезию к наносимым слоям металлов и т.п. Одним из наиболее перспективных и современных методов модификации поверхности полимеров является воздействие плазмы, которое позволяет изменить свойства поверхностей этих материалов в широких пределах и значительно расширить области их использования. Привлекательность плазмохимических технологий обусловлена, прежде всего, их экологичностью, поскольку они реализуются в газовой фазе при пониженном или атмосферном давлении, обычно не требуют применения каких-либо химических материалов или используют их в минимальных количествах. Дополнительным преимуществом плазменного воздействия является то, что оно редко затрагивает глубины, превышающие несколько микрометров, сохраняя объёмные свойства материала без изменений.

Использование плазмохимической обработки как метода очистки, травления или модификации поверхностных свойств различных полимерных материалов широко применяется в технологии микроэлектроники и других областях промышленности [1, 2]. При плазмохимическом травлении полимерных материалов наблюдается уменьшение удельной скорости травления материала с увеличением его количества в реакторе – так называемый эффект загрузки [3,

4]. Эффект загрузки связан с влиянием газообразных продуктов гетерогенных реакций и изменением граничных условий для активных частиц [5, 6]. В результате меняются физические параметры плазмы, скорости генерации активных частиц и, как следствие, скорость целевого процесса. Особенности проявления этого эффекта определяются многими факторами, в том числе составом плазмообразующего газа, химическим составом и геометрической структурой полимера.

Цель данной работы – исследовать влияние площади обрабатываемого в реакторе полимера на напряженность электрического поля тлеющего разряда постоянного тока в аргоне. Данные о параметрах плазмы необходимы для последующего анализа механизма процессов, приводящих к появлению эффекта загрузки, при воздействии плазмы аргона на пленку поликарбоната.

Методика эксперимента

Разряд возбуждали в потоке аргона при давлении $p = 100$ Па и токе $i = 20 - 110$ мА. Линейная скорость потока газа через реактор составляла 30 см/с. Для определения напряженности продольного электрического поля использовали два электростатических зонда, располагавшиеся на оси горения разряда. При помощи двух остеклованных термопар медь-константан (диаметром 1,42 и 1,86 мм) определяли газовую температуру на оси разряда по методике, описанной в [7]. Измеренную температуру сравнивали с вращательной температурой молекулы CO ($A^1\Sigma^+$), которую находили по методике, изложенной в [8].

Результаты и обсуждение

Основными газообразными продуктами плазмохимической деструкции поликарбоната в плазме аргона являются CO, H_2 , H_2O . Газообразные продукты плазмохимического травления поликарбоната влияют на напряженность электрического поля плазмы аргона. Увеличение степени загрузки реактора поликарбонатом влияет на напряженность электрического поля в плазме (рис. 1), которая в свою очередь определяется балансом скоростей образования и гибели заряженных частиц. Газообразные продукты плазмолиза ПК могут оказывать влияние как на скорости генерации заряженных частиц, так и частоты их гибели. В данном случае увеличение площади обрабатываемого поликарбоната приводит к росту величины напряженности поля во всем диапазоне исследованных величин.

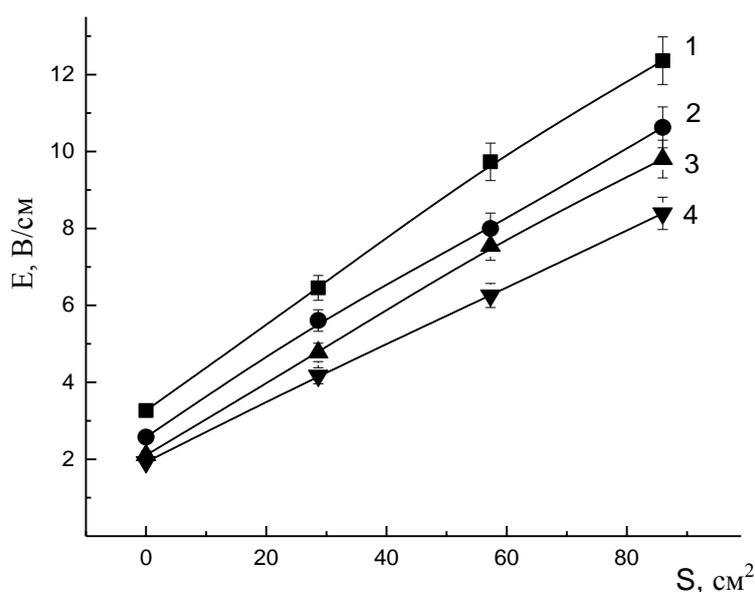


Рис. 1. Зависимость напряженности электрического поля от степени загрузки реактора. Давление 100 Па. Ток разряда 20 (1); 50 (2); 80 (3) и 110 мА (4).

Появление в газовой фазе молекулярных продуктов реакции приводит к появлению новых каналов нагрева газа (процессы V-V, V-T релаксации на молекулярных газообразных продуктах плазмолиза поликарбоната). Температура газа представлена на рис. 2. Внесение образца в зону горения разряда увеличивает температуру газа на 20-70 К в зависимости от заданного давления плазмообразующего газа и тока разряда.

Температура газа увеличивается пропорционально вкладываемой в разряд мощности, но с ростом площади обрабатываемого полимера температура газа становится выше, чем в разряде аргона без образца полимера.

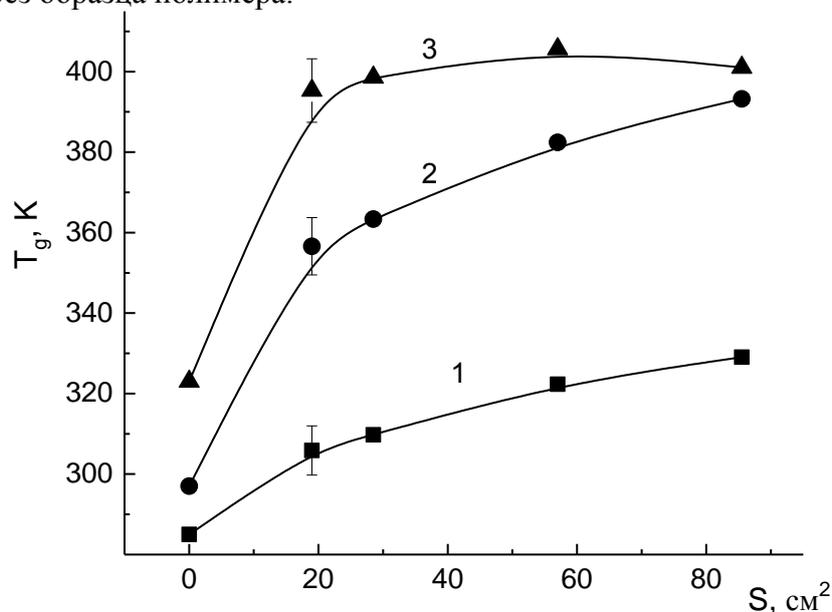


Рис. 2. Зависимость температуры газа от загрузки реактора поликарбонатом. Давление газа и ток разряда 50 Па, 20 мА (1); 100 Па, 80 мА(2); 300 Па, 50 мА(3).

Приведенная напряженность электрического поля в плазме аргона будет зависеть от площади обрабатываемого в реакторе полимера (рис. 3). увеличение площади обрабатываемого материала в реакторе сопровождается ростом E/N , что ясно указывает на изменения в балансе скоростей процессов образования и гибели зарядов.

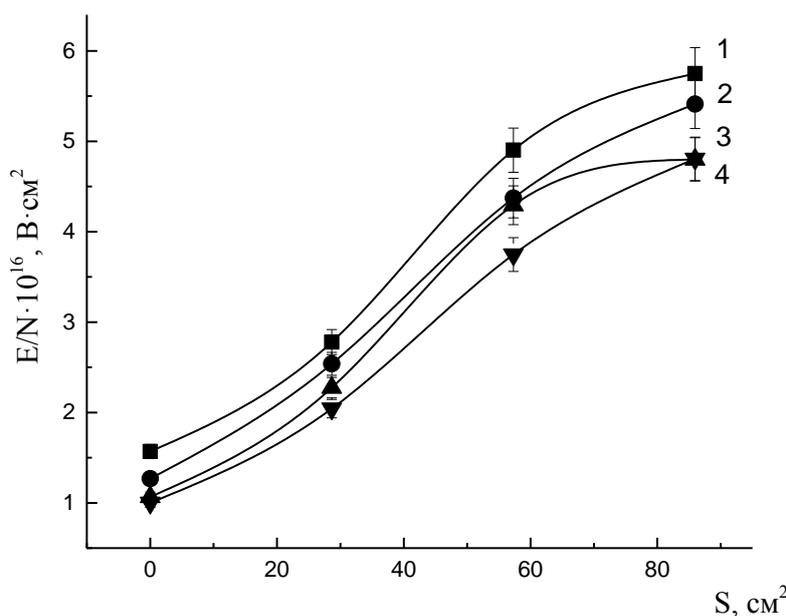


Рис. 3. Зависимость приведенной напряженности электрического поля от площади обрабатываемого образца. Давление системы 100 Па. Ток разряда 20 (1), 50 (2), 80 (3) и 110 мА (4).

Возможным объяснением этого может служить появление дополнительного канала гибели электронов, эффективность которого увеличивается с ростом давления газа (увеличение скорости диссоциативного прилипания электронов и рост коэффициента диффузии электронов на стенку реактора).

Выводы

В достаточно широком диапазоне внешних параметров разряда аргона при обработке поликарбоната экспериментально измерены основные внутренние физические параметры разряда: напряженность электрического поля, газовая температура и приведенная напряженность электрического поля. Установлено, что увеличение площади обрабатываемого материала в плазме аргона приводит к увеличению как газовой температуры, так и напряженности электрического поля на оси разряда, а также параметра приведенной напряженности поля.

При увеличении площади обрабатываемого полимера существенно изменяется состав газовой фазы (продуктов травления поликарбоната). Это приводит к реализации так называемых «обратных связей», при которых газообразные продукты взаимодействия плазмы и поверхности полимера влияют на свойства газовой фазы, и, тем самым, на электрофизические параметры плазмы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гильман А. Б. // Химия высоких энергий. 2003. Т. 37. № 1. С. 20.
2. Кутепов А. М., Захаров А. Г., Максимов А. И. Вакуумно-плазменное и плазменно-растворное модифицирование полимерных материалов. — М.: Наука, 2004.
3. Максимов А.И., Рыбкин В.В., Кувалдина Е.В. // Химия высоких энергий. 1995. Т. 29. № 1. С. 60.
4. Смирнов С.А., Титов В.А., Рыбкин В.В. // Изв. высш. уч. заведений. Химия и хим. технология. 2012. Т. 55. №.4. С. 12-20
5. Максимов А.И., Горберг Б.Л., Титов В.А. // Текстильная химия. 1992. № 1. С. 101–117.
6. Титов В.А., Рыбкин В.В., Смирнов С.А. // Химия высоких энергий. 2009. Т. 43. № 3. С. 218.
7. Иванов Ю. А., Лебедев Ю. А., Полак Л. С. Методы контактной диагностики в неравновесной плазмохимии. — М.: Наука, 1981.
8. Очкин В. Н. Спектроскопия низкотемпературной плазмы. — М.: Физматлит, 2006.

РАЗДЕЛ 2.
ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

УДК 378.14:614.8:811

**ВОСПИТАНИЕ ПАТРИОТИЗМА И ГРАЖДАНСКОГО САМОСОЗНАНИЯ
КАК ГЛАВНЫХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ПОЗИЦИИ
СТУДЕНТОВ АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ МЧС ДНР
В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА**

А. В. Лабинская
ГОУВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР

Статья посвящена воспитанию патриотизма и гражданского самосознания у студентов Академии гражданской защиты МЧС ДНР в процессе обучения иностранному языку (английскому). Подчеркивается роль «Иностранного языка (английского языка)» как учебной дисциплины в формировании личности студента и системы важных общечеловеческих ценностей. Патриотизм и гражданское самосознание рассматриваются как самых главных факторов формирования гражданской позиции личности, которые находят выражение в деятельности, направленной на благо нашего Отечества. Отмечается актуальность формирования гражданско-патриотического сознания у студенческой молодежи возможностями учебного материала по английскому языку с учетом контекста деятельности и сферы интересов обучающихся в аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) деятельности.

Ключевые слова: патриотизм, патриотическое воспитание, гражданское самосознание, английский язык, патриотические качества, средство воспитания

**FOSTERING OF PATRIOTISM AND CIVIC CONSCIOUSNESS AS THE MAJOR
FACTORS IN THE FORMATION OF CIVIC POSITION OF STUDENTS OF THE CIVIL
DEFENCE ACADEMY OF EMERCOM OF DPR WHILE TEACHING ENGLISH
LANGUAGE**

A.V. Labinskaya

The article is devoted to fostering of patriotism and civic consciousness of students of the Civil Defence Academy of EMERCOM of DPR while teaching them a foreign language (English). The role of «Foreign Language (English)» as an academic discipline in forming the student's personality and system of important human values is highlighted. Patriotism and civil consciousness are considered to be the major factors in the formation of civic position of an individual that find expression in activities for the benefit of our Motherland. The relevance of the development of civic and patriotic consciousness of student's youth by means of educational facilities of English teaching material taking into account students' activity context and sphere of their interests in curricular and extracurricular (individual) activities is outlined is pointed out.

Keywords: patriotism, patriotic education, civil consciousness, English language, sense of patriotism, patriotic qualities, a mean of upbringing

Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями. Принимая во внимание рост значимости гражданственности и патриотизма у всех слоев населения в Донецкой Народной Республике, выдвигаются новые требования к личности, формируются новые жизненные установки, утверждается новый образ жизни, поведения и деятельности. Проблема формирования гражданского самосознания подрастающего

поколения является одной из главных проблем на современном этапе развития нашей молодой республики. Система образования должна уделить особое внимание воспитанию гражданского самосознания и патриотизма у учащейся молодежи, быть готовой корректировать все несоответствия между требованиями общества, государства и свойствами личности, базируясь на устойчивых ценностях, выступающих жизненным фундаментом любого гражданина республики, основой объединения всех народностей, которые являются жителями ДНР. [1]

Гражданское самосознание - осознание человеком себя как гражданина своей страны и как члена гражданского общества, правильно понимающего свои права и обязанности. [2] Оно формируется через воспитание нравственных качеств личности в ходе образовательного процесса: усвоения культуры, доброй воли и правовых основ общества. Реализация идеи гражданственности каждого человека осуществляется посредством активности в соблюдении им гражданских законов и моральных норм и его нравственного совершенства. Важными качествами гражданского самосознания личности являются совесть, добрая воля, доверие, патриотизм, образованность, служение гражданским, культурным и духовным идеалам. «Формирование гражданского самосознания напрямую содействует воспитанию патриотизма и с психологической точки зрения направлено на развитие гражданственности как интегративного качества личности.» [3]

«Концепция патриотического воспитания детей и учащейся молодежи Донецкой Народной Республики» дает следующее определение патриотизму: «Патриотизм – это любовь к Родине, преданность своему Отечеству, стремление служить его интересам и готовность к его защите, вплоть до самопожертвования» [1, с.1]. В.С. Шилова считает, что «В целом патриотическое воспитание - это процесс формирования патриотического сознания и поведения личности, реализации ее творческого потенциала на благо Отечества и народа; развития и реализации всех сущностных сил личности в обозначенном направлении, становление социально-экологической культуры» [4]. По мнению О.А. Овчинникова, патриотическое воспитание курсантов – это «сложная система социально-педагогической деятельности, связанная с передачей жизненного опыта от поколения к поколению, с целенаправленной подготовкой курсантов к созидательному труду на благо Отечества, с его социализацией, формированием и развитием духовно-нравственной личности, способной любить свою Родину, постоянно ощущать связь с ней, защищать ее интересы, сохранять и приумножать лучшие традиции своего народа, его культурные ценности, постоянно стремиться к обеспечению безопасности индивида, общества и государства» [5].

Патриотическое воспитание должно быть направлено на формирование и развитие личности, обладающей качествами гражданина - патриота своей Родины. Таким образом, целью патриотического воспитания является формирование и развитие у граждан ДНР патриотического самосознания, безграничной любви к Родине, к своему народу, стремления добросовестно выполнять гражданский, профессиональный и воинский долг, соблюдение своих конституционных прав и обязанностей; достижение поворота в общественном, национальном и индивидуальном сознании в сторону понимания и осмысления зависимости настоящего и будущего республики, народа, личности, стремление сохранить и приумножить духовные, культурные, материальные богатства своего народа и своего Отечества, а также развитие у подрастающего поколения гражданственности и патриотизма как важнейших духовно-нравственных и социальных ценностей, формирование профессионально значимых качеств, умений и готовности к их активному проявлению в различных сферах жизни общества. [1, с. 3]

Патриотизм и идеи относительно его воспитания рассматривались у таких педагогов, ученых и писателей как В.А. Сухомлинский, К.Д. Ушинский, А.С. Макаренко, Н.А. Бердяев, В.Г. Белинский, В.И. Вернадский, В.И. Водовозов, Н.И. Пирогов, Н.Г. Чернышевский, Л.Н. Толстой и др. Диссертационные исследования Г.В. Агаповой, В.В. Гладких, В.В. Дьяченко, Н.В. Ипполитовой, В.И. Лесняка, В.Е. Микрюкова, Г.А. Самарца, В.Е. Уткина освещают проблемы военно-патриотического и героико-патриотического воспитания молодежи и подготовку будущих специалистов к патриотическому воспитанию молодежи. Диссертацион-

ные работы Т.И. Шакировой, Е.Э. Колотуши, О.П. Михановой посвященные изучению формирования патриотизма посредством иностранного языка у студентов вузов. Разработку темы воспитательного потенциала предмета «иностранный язык» вели М.П. Андреева, Е.И. Вишневский, Е. Исенина, А.А. Миролубов, Е.И. Пассов, Н. Смирнова. Очень мало литературы посвящено вопросам патриотического воспитания в ходе обучения иностранным языкам. Среди исследователей данной темы следует отметить Л. Банникову, М. Брискину, Е.И. Вишневого, А.Н. Глухову, А. Литовскую. Вопросы о воспитательных возможностях иностранного языка как средства коммуникации затрагивались в методической литературе И.Л. Бим, И.Н. Верещагиной, Е.И. Вишневым, К.Б. Есиповичем, Г.В. Роговой.

Становление понятий «гражданственность» и «гражданское самосознание» происходило еще в древние времена. Проблемы гражданского образования и воспитания активно исследовались учёными всех времён. разрабатывались в трудах Аристотеля («Политика»), Платона («Государство»), Н. Макиавелли («Государь»), Ш.-Л. Монтескье («О духе законов»), П. Вольтера («Философские письма»), Ж.-Ж. Руссо («Об общественном договоре»), и др.

Анализ рассмотренной и проанализированной литературы выявил недостаточную работанность теории и методики патриотического воспитания и гражданского самосознания студентов военных ВУЗов на фоне острой потребности республики в специалистах-выпускниках, обладающих качествами патриота и чувством гражданского самосознания, а также недостаточный уровень разработки теоретической базы, методов и средств достижения эффективной реализации большого потенциала и возможностей иностранного языка (английского) для осуществления патриотического воспитания студентов в ходе обучения английскому языку. Следовательно, **целью** статьи является рассмотрение воспитательных возможностей учебного материала по английскому языку в аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) деятельности, обоснование и применение активных форм работы, систематизация и обоснование применяемых приемов, методов и средств обучения иностранному языку, обеспечивающих повышение эффективности формирования гражданственности и патриотических качеств у студентов Академии гражданской защиты МЧС ДНР в процессе преподавания дисциплины «Иностранный язык (английский язык)».

Изложение основного материала исследования. Воспитание патриотизма и гражданского самосознания студентов в процессе преподавания дисциплины «Иностранный язык (английский язык)» в Академии требует построения учебного процесса на основе новых дидактических средств: использование активных форм и методов организации практических занятий, ориентированных на применение материала из других учебных дисциплин, связанных с будущей профессией студентов; правильная организация внеаудиторной самостоятельной работы студентов; подготовка соответствующего методического обеспечения для самостоятельной проработки студентами материала патриотической направленности; изменение соотношения аудиторной и внеаудиторной работы студентов в сторону увеличения последней.

Иностранный (английский) язык является эффективным средством воспитания патриотизма и гражданского самосознания и развития патриотических качеств личности. Эффективность патриотического воспитания студентов на занятиях английского языка зависит от выбора содержания, форм и методов преподавания. Любовь к своему Отечеству начинается с любви к малой Родине, поэтому особое внимание для формирования и развития патриотических чувств и гражданского сознания уделяется социокультурной среде Донбасса (история и традиции региона, достижения науки, культуры, техники, образования и спорта). С этой целью в программу дисциплины «Иностранный язык (английский язык)» включены такие темы патриотической направленности, как «Civil Defense Academy», «About my faculty», «Patriots of our Motherland» (1 курс) [6], для самостоятельной внеаудиторной работы студентам предлагаются темы «Symbols of DPR», «Heroic Past of Donetsk Region (World War II)», «Donbass Strategic Offensive (August 1943)», «Patriots of our Motherland», «Search and rescue service of EMERCOM of DPR», «Military duty of citizens», «Patriotism, constance of military duties, honour of soldiers as

a source of spiritual strength» и др. (подготовка сообщений докладов, рефератов, презентаций) [7].

Большим воспитательным потенциалом обладают страноведческие тексты. Во время изучения тем «Great Britain», «Customs and traditions of Great Britain» студенты знакомятся с историей Великобритании, ее достопримечательностями, достижениями, народными обычаями и традициями, что способствует развитию толерантных отношений, ведет к укреплению дружбы народов, уважению различных культур и традиций и проявлению чувства гордости за подвиги, успехи и достижения своих земляков, воспитанию чувства интернационализма, чести, долга, мужества и самоотверженности. После работы с текстом о Великобритании беседе о государственной символике Донецкой Народной Республики [7]. В качестве самостоятельной работы студентам предлагается подготовить сообщение или презентацию на тему «Symbols of DPR» с последующей защитой.

На 1 курсе прорабатываются тексты [6] «Civil Defense system of Russia», «Structure of Civil Defense Forces», «US Civil Defense Structure» (1 курс), которые воспитывают чувство ответственности за личную безопасность и за жизнь окружающих людей, развивают гражданственность, формируют профессионально значимые качества, умения и готовность к их активному проявлению, развивают у студентов патриотическое самосознание, любовь к Родине, к своему народу, стремление добросовестно выполнять гражданский, профессиональный и воинский долг.

Ролевые игры заключают в себе огромный воспитательный потенциал. Благодаря им студенты входят в ситуацию через “я” персонажей, которых они играют, и через них выражают свое отношение к данной ситуации, теме, проблеме. Так во время работы с диалогами «My plans for future» (1 курс), «Professions» (1 курс), «What influences on the choice of profession» (1 курс) и дискуссии на тему «My future profession» (1 курс) студентам предлагаются ситуации (ролевые игры) для обсуждения их в парах, в группах (диалог, полилог) [7].

Краеведческая деятельность является важным средством воспитания гражданственности и патриотизма студентов. Учитывая специфику специальностей «Пожарная безопасность» и «Защита в чрезвычайных ситуациях», были подобраны специальные аутентичные тексты «Earthquake», «Flood» и «Japan earthquake. Explosion at Fukushima nuclear plant» (2 курс) [8]. После проработки текстов мы обсуждаем вопросы экологии родного края и всего мира. Студентам предлагается подготовить сообщения по темам «Earthquake», «Flood» и «Explosion at Fukushima nuclear plant», рассказать о наиболее важных экологических проблемах нашей планеты (с опорой на прочитанное) и/или обменяться мнениями со своими одногруппниками об экологических проблемах в родном городе/регионе. Например:

Подготовьте сообщение про аварию на Фукусиме, которая случилась в Японии в 2011 году согласно плану:

1. What has caused the accident at the nuclear power station?
2. What has gone wrong and why people couldn't prevent the radioactive contamination?
3. The consequences of this accident for the whole world.

Use the word-combinations: a powerful explosion; a nuclear power station; devastating earthquake and tsunami; leak of radioactive material; rescue and relief operation; a meltdown at the Fukushima 1 plant; blast; evacuation zone; to declare a state of emergency; radioactive caesium and iodine; to be exposed to radiation; a rescue helicopter; uranium fuel; radiation levels; to wreak havoc; to sweep far inland and devastate towns and villages; to evacuate; to be destroyed and submerged; shelter; rescue and relief mission; disaster relief team

Use linking words: besides, more than that, what is more, as for me, I think that, I can never understand, I strongly believe, I am sure

Для самостоятельной работы студентам рекомендуется подготовить сообщения по темам «Ecological problems», «Ecological disasters»; нарисовать и подписать плакат, рассказывающий людям об экологических проблемах; написать сценарий видеофильма, который показывает людям, как они могут спасти Землю; сделать презентацию об экологических проблемах, экологических катастрофах и способах ликвидации их последствий.

Prepare and make a presentation about ecological disasters of the planet. Use supplementary material on presenting the ideas in the books [8; 9]. Use the following plan:

1. Introduction (what, where, when).
2. Main body (reasons, casualties, distractions, measure taken, people involved).
3. Conclusion (summarizing the ideas above).

Еще одно отличное средство совершенствования речевых умений и навыков – это овладение речевыми структурами на уровне диалога и полилога. Так, во время изучения темы «Ecological disasters» студенты ведут беседу на предложенные темы, при чем число участвующих в обсуждении возрастает до 3-х и более человек. После предварительной работы студенты используют готовые фразы или конструируют новые на базе выученного материала и отрабатывают выученный материал в конкретных предлагаемых им ситуациях. Студенты сами составляют диалоги в соответствии с предложенными ситуациями, например:

Вы - спасатель службы МЧС. Вы прибыли на место землетрясения с целью ликвидации его последствий. Обсудите ход ваших действий с вашими коллегами, определите ваши действия и последовательность их проведения. (На основе текста «Earthquake» из учебника [8] и видеофильм-презентации «Earthquakes» [10] на 2 курсе).

Больше примеров можно найти в моей статье [11].

Нужно отметить еще один вид упражнений с использованием родного языка, который с удовольствием выполняется студентами – это известная игра в переводчика. Например, можно дать учащимся задание разыграть следующую ситуацию: необходимо взять интервью у англоговорящего человека, при этом вопросы задаются на родном языке, но ответы только на английском. «Переводчик» должен переводить вопросы с родного языка на английский, а ответы – с английского на родной язык. Подобная речевая ситуация естественна, задача в данном речевом действии является реально-коммуникативной, а само упражнение можно отнести к разряду коммуникативных упражнений. Использование родного языка здесь также не искусственно, а естественно. Например:

Используем тексты «History of fire», «Fire and advance of civilization», «Chemistry of fire», «Fire departments» [8] и лексику из учебного пособия [9].

Студент А. Вы журналист. Проинтервьюируйте пожарного, недавно получившего награду за проявленное им мужество и героизм. Используйте вопросы:

1. What are main duties of a firefighter?
2. What equipment does the firefighter use to extinguish a fire?
3. What do rescue operations usually consist of?
4. What are the main qualities of a fireman?
5. What are the most common causes of house fires and what should people do to prevent them? и т. д.

Студент Б. Вы пожарный. Ответьте на вопросы журналиста, дайте советы, как предупредить возникновение домашних пожаров, используя лексику по изучаемой теме.

На карточке или на доске: to put out (to extinguish) the fire, to rescue, safety, an ignition; a steel ladder, jack, a jumping sheet, an oxygen apparatus, a ceiling hook, a hose, a fireman's helmet with neck guard, a face mask, a walkie-talkie set, a hand lamp, a small axe, protective clothing, water tender, a fire truck, trapped occupants, hazardous conditions; communication skills, decisionmaking skills, physical stamina, physical strength, communication, adaptability, courage, self-sacrifice, dedication; potentially destructive force, careless disposal of cigarettes and matches, cooking equipment, electrical appliances, smoking in bedrooms, candles, faulty wiring, portable heaters, flammable liquids, children playing with fire, Christmas trees and decorations, a negligence.

Также в ходе закрепления грамматического материала «Типы условных предложений в английском языке. Условные предложения 2-го типа. Образование и употребление.» (2 курс) успешно применяется ролевая игра «Если бы я был...». Цель игры: формирование навыков и умений употребления в иноязычной речи сослагательного наклонения и средств выражения модальности на основе активизации речемыслительной деятельности, а также повторение и

активизация лексического материала по темам профессиональной направленности. Возможны несколько вариаций [7].

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

Таким образом, воспитание патриотизма и гражданского самосознания на данный момент является приоритетной задачей Донецкой Народной Республики и требует научного осмысления и выработки конкретной программы действий по созданию системы патриотического воспитания в государственных образовательных учреждениях. Учитывая военные условия жизнедеятельности Донецкой Народной Республики, для воспитания гражданского самосознания и патриотических качеств у студентов следует учитывать следующие *элементы*: государственный заказ; содержание, средства, методы и приемы воспитания; личность преподавателя и родителей; особенность национальных традиций и традиций вероисповедания; личность героя – примера для подражания; специфику возраста; этапы личностного роста студента и его достижения; формирование профессиональной мотивации.

Воспитание патриотизма и гражданственности должно осуществляться через содержание изучаемого материала путем применения различных методов средств и приемов. Разнообразие вышеперечисленных методов, форм и приемов, применяемых в аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) деятельности студентов Академии гражданской защиты МЧС ДНР, влияют на формирование и развитие личности и способствуют воспитанию у студентов патриотических качеств, чувства ответственности за личную безопасность и за жизнь окружающих людей, а также на развитие у подрастающего поколения гражданственности, формирование профессионально значимых качеств, умений и готовности к их активному проявлению, развитие патриотического самосознания, верности конституционному долгу, повышение престижа государственной и военной службы, привитие чувства гордости, глубокого уважения и почитания символов Донецкой Народной Республики - герба, флага, гимна, исторических святынь Отечества, формирование у граждан потребности служения Родине, ее защиты как высшего духовного долга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция патриотического воспитания детей и учащейся молодежи Донецкой Народной Республики [Электронный ресурс]: приказ М-ва образования и науки ДНР от 17.07.2015 - Режим доступа: <http://mondnr.ru> (дата обращения: 20.10.2017)
2. Толковый словарь обществоведческих терминов. Н.Е. Яценко. 1999 [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: http://www.slovarnik.ru/html_tsot/g/grajdanskoe-samosoznanie.html. – Загл. с экрана.
3. Педагогическая психология: Учебное пособие. Под ред. Регуш Л.А, Орловой А.В. – СПб.: Питер, 2016. – 416 с.
4. Шилова, В.С. Патриотическое воспитание студентов: сущность, цели и задачи / В.С. Шилова; НИУ БелГУ // Научный результат. Сер. Педагогика и психология образования. – 2015. - Т.1, №1(1). – С. 75-78.
5. Овчинников О.А. Патриотическое воспитание курсантов и его виды // Молодой ученый. – 2014. – №15. – С. 293-295.
6. Субботина. И.И. Учебное пособие по английскому языку для студентов 1 курса Академии гражданской защиты. – Химки: АГЗ МЧС России, 2014. – 34 с.
7. Лабинская А.В. Патриотическое воспитание студентов академии гражданской защиты МЧС ДНР средствами английского языка Вестник Академии гражданской защиты: научный журнал. – Донецк: ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2017. – Вып. 4 (12). – с. 43-49 79 с.
8. Астафурова, Т.Н. SAFETY OF LIFE ACTIVITY: учебно-практическое пособие / Т.Н. Астафурова, А.А. Петий, О.П. Корниенко. - Волгоград: ВолгГАСУ, 2011. – 85 с.

9. Английский язык в чрезвычайных ситуациях. – Professional English in emergency: учебное пособие / Л.В. Квасова, О.Е.Сафонова, А.А. Болдырева. – М.: КНОРУС, 2011. – 152 с.

10. Lee Johnson. Earthquake Vocabulary. First Blockchain Programmatic RTB Platform [Электронный ресурс] // SlidePlayer Terms of Service: сайт. – Режим доступа: <http://slideplayer.com/slide/8980783/>. – Загл. с экрана.

11. Лабинская А.В. Формирование коммуникативной компетентности у студентов Академии гражданской защиты в процессе профессионально направленного обучения иностранному языку (на материале английского языка) Вестник Академии гражданской защиты: научный журнал. – Донецк: ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2017. – Вып. 2 (10). – с. 39 – 44 75 с.

УДК 378.1

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ. ПРЕИМУЩЕСТВА, ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ

В. А. Глухов¹, М. В. Глухова²

¹ГОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР

²ГОУ ДПО Донецкий республиканский институт дополнительного педагогического образования

Предметом исследования данной работы явился ряд объективных и субъективных причин и проблем, которые, по мнению авторов, оказывают влияние на процесс развития и внедрения дистанционного обучения в Донецкой Народной Республике.

Ключевые слова: дистанционное обучение, дистанционное образование, традиционное обучение, образовательные технологии, дистанционные образовательные технологии, информационно-компьютерные технологии, среда MOODLE

DISTANCE EDUCATION. ADVANTAGES, PROBLEMS OF IMPLEMENTATION

V. A. Glukhov, M.V. Glukhova

The subject of the study of this work was a number of objective and subjective reasons and problems that, according to the authors, have an impact on the development and implementation of distance learning in the Donetsk People's Republic.

Keywords: distance learning, distance education, traditional education, educational technologies, distance educational technologies, information and computer technologies, MOODLE environment

Дистанционное обучение: плюсы и минусы

Сегодня трудно представить себе процесс обучения без использования современных технологий. И прежде всего речь идет о применении в учебном процессе информационно-компьютерных технологий, уверенно входящих в практику деятельности многих учебных заведений различных форм и уровней.

Одной из главных черт новой методологии обучения является независимость от географического расположения, от расстояния между преподавателем и обучаемым, ее назвали дистанционной (производное от **англ. distance – расстояние, удаление**), т.е. обучение на расстоянии.

Согласно закону «Об образовании» Донецкой Народной Республики при реализации образовательных программ используются различные образовательные технологии, в том числе дистанционные образовательные технологии с использованием компьютерно-интегрированных технических средств обучения [1, п.2. ст.11].

Необходимо пояснить, что дистанционное обучение не является новой ступенью заочного обучения. В специальной литературе приводятся различные определения «дистанционного обучения» [2]. Большинство из них страдает общими недостатками: в них акцентируется внимание исключительно на применении новых информационных технологий, отсутствует указание на системность этого комплекса и на необходимость достижения конечной цели. Наиболее удачным, на наш взгляд, является такие определения дистанционного обучения и образования [3]:

- **дистанционное обучение** - это целенаправленный процесс диалогового, асинхронного или синхронного взаимодействия преподавателя и студентов между собой и со средствами обучения, индифферентный к их расположению в пространстве и времени;
- **дистанционное образование** - эта такая педагогическая система, в которой реализуются процесс дистанционного обучения с подтверждением образовательного ценза.

Дистанционное обучение, в отличие от традиционного, не предполагает непосредственного общения обучаемого ученика или студента с обучающим учителем или преподавателем, а осуществляется на расстоянии, посредством современных средств коммуникаций. При этом имеется в виду, что все составляющие учебного процесса, сохраняются, но, в силу особенности такого вида обучения, принимают специфические формы.

Основные формы организации учебного процесса сложились давно. В педагогической практике выработались хорошо известные всем формы обучения. Наиболее распространенные из них: лекции, семинары, практические и лабораторные занятия, факультативные занятия, консультации, контрольные работы, экзамены. Традиционное обучение является самым (на сегодняшний день) распространенным (особенно - в средней школе) и представляет собой обучение знаниям, умениям и навыкам по схеме: **изучение нового - закрепление - контроль - оценка**.

Лекции в традиционной системе обучения предполагают прямое общение учителя или преподавателя с обучающимися или со студентами. В лекционной аудитории преподаватель преподносит новый учебный материал в словесной форме и сопровождает его визуальным представлением на доске или на экране через проектор. Правда, для того, что бы выводить изображение на экран, аудитория должна быть оборудована специальными мультимедийным средствами.

При дистанционном обучении существует несколько форм предоставления материала. Во-первых, в виде электронного документа, содержащего учебный материал лекции. Документ может быть представлен в виде текста с поясняющими изображениями или в виде презентаций. Во-вторых, в виде видеофайла на электронном носителе, где преподаватель за кадром рассказывает содержание лекции, а визуальная картинка его иллюстрирует. Обучающийся может получить материалы лекции на электронных носителях, например на CD - дисках или зайти на сайт образовательной учреждения и получить доступ к портальной версии лекции. Для освоения содержания лекции, обучаемый должен самостоятельно изучить документ или просмотреть и прослушать видеофайл. Большим преимуществом, перед традиционным видом лекции, является то, что обучаемый может несколько раз просмотреть содержание лекции в удобное для себя время и на любом расстоянии. Кроме того, не требуется конспектировать материал.

Очевидным недостатком лекций такого вида это отсутствия обратной связи между обучающимся и преподавателем. При проведении лекции в традиционной системе обучения, как правило, обучаемый может в любой момент прервать преподавателя и попросить объяснить непонятный момент лекции. Преподаватель, в свою очередь, может более подробно пояснить

неясный момент и при повторном пояснении, постарается использовать уже несколько другой подход, другую терминологию при пояснении того же самого материала.

Изучение лекций, представленных в обеих, выше описанных, дистанционных формах, требует значительного самоконтроля. Кроме того, авторы, изучая самостоятельно некоторые дисциплины дистанционно, заметили, что новый неизвестный материал воспринимается значительно сложнее, в виде просмотра видеороликов, чем, если бы он был представлен на обычной лекции, в аудитории. Поэтому вся лекция, разрабатываемая в виде видеофильма, должна быть тщательно продумана и разбита на отдельные куски, продолжительностью не более 10-15 минут.

Существует вид лекции, объединяющий и традиционную и дистанционную ее формы – это лекция, проводимая в форме видеоконференции. С традиционной формой такую лекцию объединяет то, что она проводится в реальном времени и то, что обучающиеся могут вмешиваться в ход проведения лекции, задавая уточняющие вопросы. Но, в отличие от традиционной формы, обучающиеся студенты, могут находиться удаленно от преподавателя и связываться с ним современными средствами телекоммуникаций. Для проведения подобных видеоконференций необходимо задействовать современное оборудование и современные средства связи, что не всегда и не везде возможно, кроме того, требует наличия квалифицированных специалистов в этой области.

Семинары и лабораторные занятия при очной форме обучения проводятся в аудиториях и лабораториях учебного заведения. По некоторым дисциплинам проведение подобных занятий в традиционной образовательной системе требует использования специального оборудования, макетов, имитаторов, тренажеров, химических реактивов и т.д. Возможности дистанционного обучения в дальнейшем могут существенно упростить задачу проведения лабораторного практикума за счет использования мультимедиа-технологий, имитационного моделирования и т.д. Виртуальная реальность позволит продемонстрировать явления, которые в обычных условиях показать очень сложно или вообще невозможно. Очевидно, что полный перевод таких занятий на дистанционную форму невозможен, хотя по некоторым дисциплинам занятия можно проводить в форме видео и телеконференций.

Консультации - это единственная форма обучения, которая полностью может быть проведена дистанционно, без потери качества. Для ее проведения можно использовать телефон, электронную почту, интернет (чат). Консультация может быть проведена и в виде телеконференция. С одной стороны на консультации обучаемый может получить ответы на интересующие его вопросы по изучаемой дисциплине, а с другой стороны и преподаватель сможет лучше узнать обучаемого, оценить его личные качества: интеллект, внимание, память, воображение и мышление.

Контрольные работы тоже могут быть проведены дистанционно в режиме реального времени. Например, за несколько минут до начало контрольной работы, можно выложить на сайте учебного заведения варианты контрольных заданий. А через определенное, отведенное на проведение контрольной работы время, получить решения, в виде изображений результата. Проблемой такого подхода является невозможность точно установить автора выполненной работы. Хотя личный опыт показывает, что определить сам ли студент выполнял контрольную работу не сложно.

Экзамены, по образцу проведения контрольных работ, тоже могут быть проведены дистанционно. Но мы считаем, что не следует злоупотреблять дистанционной формой проведения экзамена. Экзамен должен быть проведен так, чтобы преподаватель видел и контролировал студентов или учеников, сдающих экзамен. Исключением может быть экзамен, проводимый по какой-нибудь специальной, не общеобразовательной дисциплине. Для проведения экзамена по общеобразовательным дисциплинам может подойти форма телеконференции. Тем не менее, в силу важности экзамена, как этапа обучения, применять дистанционное проведение экзаменов можно только в особых случаях, когда традиционная форма проведения экзаменов невозможна по каким либо причинам.

Рассмотрев дистанционные формы обучения, и сравнив их с традиционными формами обучения, можно сделать вывод, что традиционные (очные) формы обучения являются более предпочтительными с точки зрения качества предоставляемых знаний и контроля над уровнем знаний обучающихся. С другой стороны, дистанционные формы обучения более удобны, и, вероятно, более дешевы. Оптимально применять разумное сочетание обеих форм. Интеграция дистанционных и очных форм обучения представляется на сегодняшний день наиболее перспективной и востребованной как для вузов, так и для школ, особенно с учетом профильной школы.

Проблемы организации дистанционного обучения в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики

Применение дистанционного обучения в образовательных организациях высшего профессионального образования приобретает особую актуальность в зонах вооруженных конфликтов. Война приносит не только многочисленные жертвы и разрушения, но и затрагивает все стороны социальной жизни, в том числе и систему образования. На Донбассе, в частности, это выразилось в том, что почти для каждого более-менее значимого и популярного вуза на территории Донецкой Народной Республики, усилиями украинской власти был создан вуз «клон» на территории Украины или на территории Донбасса неподконтрольной Донецкой Народной Республике. Например, Донецкий Национальный Университет «переехал» в Винницу. Эти вузы создавались в спешке и не были обеспечены практически никакой материальной базой. Тем не менее, некоторая, незначительная часть преподавателей переехала работать в эти вузы, а другая часть преподавателей выехала из зоны конфликта в самом начале вооруженного противостояния. Но, к счастью, большая часть преподавательского состава, осталась работать на своих рабочих местах. Все вузы Донецкой Народной Республики функционировали и функционируют в обычном режиме. Тем не менее, возникли определенные проблемы, связанные с нехваткой квалифицированных профессорско-преподавательских кадров. Появились проблемы и с наполняемостью вузов студенческим контингентом. Ведь перед студентами встала проблема выбора, оставаться на прежнем месте учебы или перейти учиться в «клоны». Большая часть студентов, осталась учиться в вузах Донецкой Народной Республики. У той части этих студентов очной формы обучения, чьи родители проживали и проживают на Украине или на той части Донбасса, которая неподконтрольна Донецкой Народной Республике, появились проблемы с пересечением линии разграничения противоборствующих сторон. Даже те студенты, которые проживают на территории Донецкой Народной Республики, имели и иногда имеют трудности с прибытием вовремя на занятия в случае обострения ситуации на линии вооруженного противостояния. Поэтому было целесообразно часть учебного процесса перевести на дистанционную форму обучения не только для студентов - заочников, но и для стационара тоже.

Надо отметить, что, как правило, некоторые вузы уже имели ранее разработанные материалы для дистанционного обучения. В учебных заведениях Донбасса широкое распространение получила среда MOODLE (Modular Object Orient Dynamic Learning Environment) веб-приложение, предоставляющее возможность создавать сайты для онлайн-обучения [4]. Этому способствовало то, что эта среда с одной стороны свободное (распространяющееся по лицензии GNU GPL) приложение, а с другой стороны предоставляет вполне достаточные возможности для создания полноценной дистанционной системы управления обучением. На начальном этапе, разработка под MOODLE сводилась к созданию электронных лекций по всем дисциплинам, где это возможно и обеспечению доступа студентов к ним. Необходимость использования реального дистанционного обучения сразу выявило ряд проблем.

1. Любая среда разработки виртуальной обучающей системы лишь предоставляет инструменты для ее создания. А создаваться она должна уже силами сотрудников самого вуза. И вуз должен иметь специалистов в области разработки соответствующих электронных си-

стем. Именно от уровня профессионализма этих сотрудников будет зависеть качество созданной среды обучения. В разных вузах уровень разработчиков разный, поэтому и качество разработанных элементов дистанционного обучения разный. В качестве решения этой проблемы напрашивается создание некоторого **единого центра по разработке среды дистанционного обучения**, а уже на уровне вузов можно было бы вносить элементы дистанционного обучения специфичные для каждого отдельного вуза.

2. Если преподаватель желает использовать в своей работе элементы дистанционного обучения, то он сам должен научиться работать в определенной заранее созданной обучающей среде. Ведь именно он должен добавлять туда обучающие и контролирующие обучение элементы, специфичные для его дисциплины. К сожалению, не все преподаватели знакомы с современными информационными технологиями и не смогут быстро самостоятельно научиться работать в среде дистанционного обучения. Поэтому, **в вузах не обойтись без организации соответствующих специальных курсов повышения квалификации** в этом направлении, а также разработке методических материалов по внедрению дистанционного обучения в образовательный процесс.

3. С предыдущим пунктом выявляется еще одна проблема - **мотивация преподавателей разрабатывать собственные элементы обучения обучающихся на расстоянии**. Без определенных шагов в этом направлении не обойтись, иначе, в подавляющем большинстве случаев, все дистанционное обучение сведется к предоставлению электронных вариантов лекций. В настоящий момент недостаточна нормативная, законодательная, документальная база, регламентирующая работу преподавателя, использующего дистанционные формы обучения в своей работе.

В настоящий момент не менее пяти ведущих вузов Донецкой Народной Республики предоставляют сайты для дистанционного обучения. Эти сайты доступны и для студентов, постоянно проживающих на территории временно неподконтрольной Донецкой Народной Республике. В том числе и для таких студентов разработана Гуманитарная программа по воссоединению народа Донбасса. В рамках этой программы, в частности, проводится постоянное переоснащение электронных - образовательных ресурсов в этих вузах для модернизации или создания полноценных систем дистанционного обучения.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Дистанционное обучение, безусловно, является перспективной формой для получения образования, постоянного повышения уровня квалификации и самообразования без отрыва от основной деятельности. Проблемы развития и внедрения дистанционного обучения в Донецкой Народной Республике раскрыты в данной статье далеко не полностью. Каждая из рассмотренных проблем требуют глубокого и всестороннего изучения и могут быть перспективой дальнейшего исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Донецкой Народной Республики «Об образовании» (Принят Народным Советом Донецкой Народной Республики 19 июня 2015 года (постановление № I-233П-НС).
2. Дистанционное образование // Проблемы информатизации высшей школы. Бюллетень, 1995, вып.3. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.informika.ru/text/maqaz/bullprob/3-95/>.
3. А.Н. Романов, В.С. Торопцов, Д.Б. Григорович. Технология дистанционного обучения в системе экономического образования. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 303 с.
4. Дистанционные образовательные технологии: проектирование и реализация учебных курсов / Лебедева М.Б., Агапонов С.В., Горюнова М.А., Костиков А.Н., Костикова Н.А., Никитина Л.Н., Соколова И.И., Степаненко Е.Б., Фрадкин В.Е., Шилова О.Н. / Под общ. ред. М. Б. Лебедевой. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 336 с.: ил. + CD-ROM – (ИиИКТ).

УДК 378.146

ИНТЕГРАЦИЯ НАТУРНЫХ И ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ДИФРАКЦИЯ»

Л. В. Медведева, И. Л. Данилов, Н. И. Егорова
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

В статье показано преимущество совмещения натуральных и виртуальных лабораторных работ. Данный подход позволяет всесторонне изучать сложные для понимания физические законы и явления.

Ключевые слова: виртуальные лабораторные работы, качество обучения, интерактивное обучение

INTEGRATION OF NATURAL AND VIRTUAL LABORATORY WORKS ON THE EXAMPLE OF STUDYING THE THEME "DIFFRACTION"

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

The article shows the advantage of combining natural and virtual laboratory works. This approach makes it possible to comprehensively study complex physical laws and phenomena that are difficult to understand.

Keywords: virtual laboratory work, training quality, interactive training



Рис. 1. Общий вид МУК-ВО

В университете ГПС МЧС России разработан и успешно внедрен новый интегративный вид учебного занятия – лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ), которое интегрирует в себе лабораторное и практическое занятия по фундаментальной дисциплине «Физика». ЛПЗ проводится одновременно двумя преподавателями в подгруппах в течение шести часов в двух помещениях: натурной лаборатории и компьютерном классе.

В ходе ЛПЗ обучающиеся осваивают и лично оценивают качество освоения теоретического материала, развивают умения и навыки решения учебных задач, овладевают экспериментальными методами познания в процессе самостоятельных лабораторных исследований натуральных и компьютерных моделей физических явлений и процессов.

Для систематической отработки инструментальной компетенции обучающихся, основанной на понимании физической сущности природных явлений и процессов, в каждом разделе учебной дисциплины «Физика» разработана собственная система ЛПЗ, в дидактических схемах которого интегрируются результаты освоения натуральных и виртуальных работ.

Следовательно, от методического обеспечения натуральных и виртуальных лабораторных работ в значительной степени зависит педагогический результат изучения наиболее трудных для понимания разделов дисциплины «Физика», теоретический материал которых имеет высокую степень абстракции, сложный математический аппарат и большой объем графической информации.

Одним из таких трудных для понимания разделов является «Волновая оптика» - раздел, в котором изучают физические законы работы некоторых приборов и физическая сущность методов, обеспечивающих пожарную безопасность [1, 2].

Для проведения ЛПЗ по разделу «Волновая оптика» используются натурные лабораторные [3] и виртуальные работы [3, 4, 5]. Последовательное проведение таких работ позволяет систематизировать знания по заданной теме [6]. Натурные работы выполняются с помощью многофункционального учебного комплекса по волновой оптике МУК-ВО [3], разработанным ООО Компания «Новый Стиль». Общий вид МУК-ВО представлен на рис. 1. Данный комплекс позволяет проводить лабораторные работы по темам «Дифракция», «Поляризация», «Интерференция», «Преломление и отражение света».

Возможности установки позволяют наглядно продемонстрировать дифракционную картину, получаемую на одной, двух и четырех щелях, а также на одномерной и двумерной дифракционной решетке, рис. 2. В ходе экспериментальной части, в зависимости от задачи, обучающиеся фиксируют положение максимумов или минимумов дифракции, что позволяет рассчитать параметры рассматриваемой системы и на практике проверить выполнение законов волновой оптики. Но натурный эксперимент не позволяет визуализировать функцию распределения интенсивности светового сигнала, а строгое подробное математическое исследование данного явления входит в учебную программу студентов только физических факультетов.

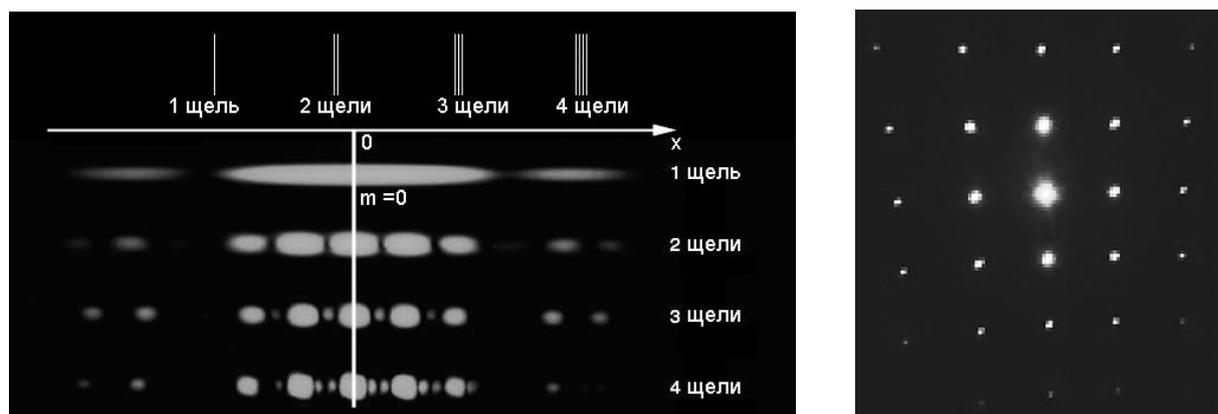


Рис. 2. Картина дифракции на щелях (слева) и на двумерной решётке (справа)

Поэтому в дополнение к имеющимся натурным лабораторным работам нами было принято решение разработать виртуальные работы [4, 5]: изучение дифракции света на щели и изучение дифракции света на дифракционной решетке. Программы включают в себя:

- измерение значений координат минимумов света в случае наблюдения дифракции на щели с известной шириной; измерение значений координат максимумов света в случае наблюдения дифракции на решетке для света с известной длиной волны (число наблюдаемых максимумов зависит от значения длины волны); углов дифракции, длины световой волны для каждого из опытов и среднего значения длины волны из 10 опытов; периода решетки для каждого из опытов и среднего значения периода решетки;

- вариативность по значению длины волны используемого для освещения монохроматического света; по ширине щели; по периоду решетки;

- возможность сравнения полученных из графических зависимостей результатов с аналогичными теоретическими характеристиками, исходя из соответствующих формул для положения минимумов при дифракции на щели или положения максимумов при дифракции на решетке;

- автоматизацию расчётов ряда второстепенных характеристик, сочетающуюся с самостоятельным исследованием влияния расстояния от щели (решетки) до экрана, ширины щели (периода решетки) и длины волны используемого света на итоговые результаты;

- возможность интерактивного тестирования усвоения изучаемого материала.

Данные разработки позволяют сформировать навыки работы с учебной информацией, содержащей графические образы, выполнять оценочные действия (сравнение, обобщение и формулировка выводов), а также позволяет систематизировать полученные знания по теме, изучаемой во время проведения ЛПЗ.

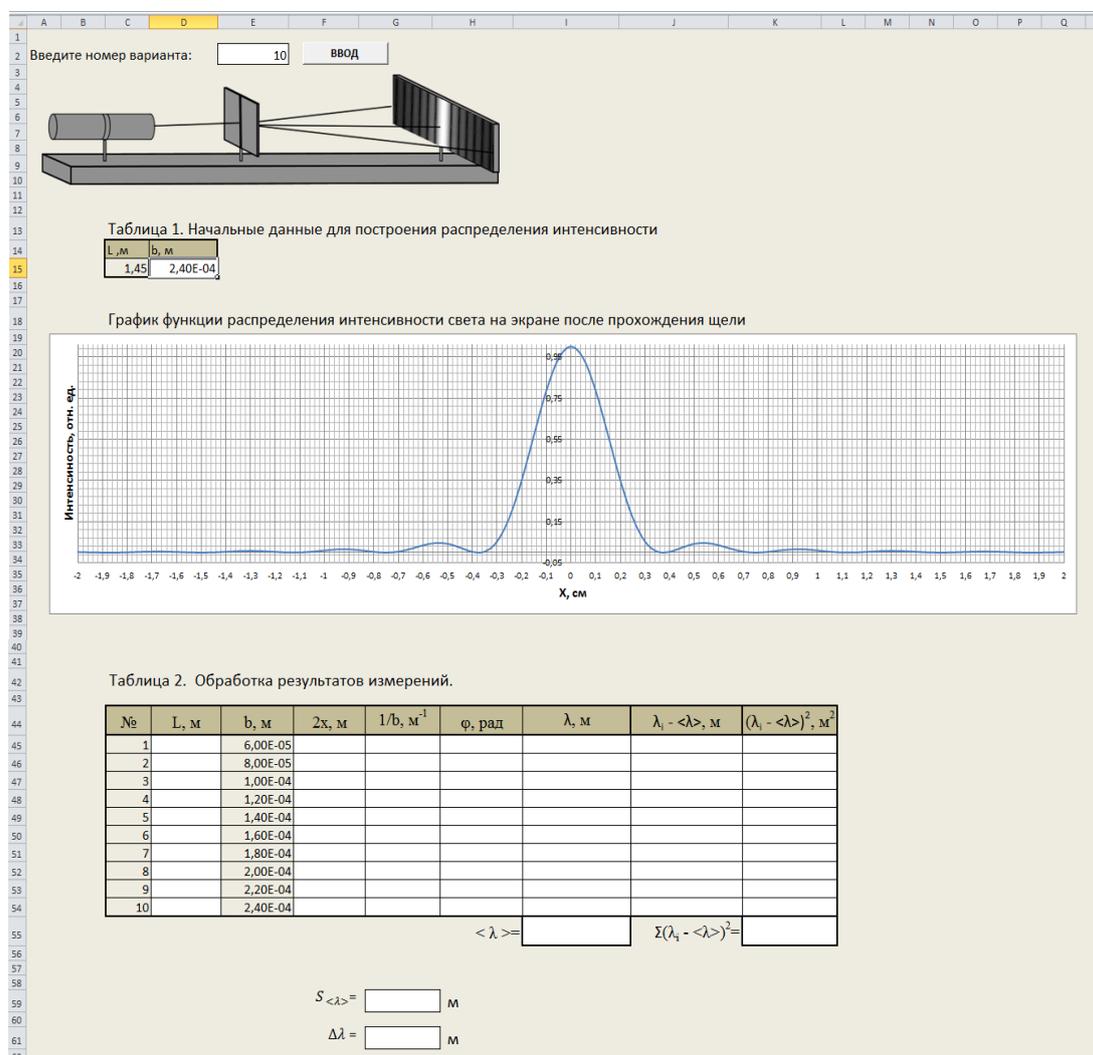


Рис. 3. Вид рабочей части программы для расчета ширины щели в среде Microsoft Excel после введения номера варианта.

Компьютерное моделирование в среде программирования Microsoft Excel позволяет наглядно продемонстрировать распределение интенсивности в дифракционных спектрах [7, 8]. В первой части работы, посвящённой изучению дифракции света на щели, распределение интенсивности I_φ света на экране определяется формулой:

$$I_\varphi = I_0 \cdot \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{\lambda} \cdot b \cdot \sin\varphi\right)}{\left(\frac{\pi}{\lambda} \cdot b \cdot \sin\varphi\right)^2}$$

где I_0 – интенсивность света в центре дифракционной картины ($\varphi = 0$); b – ширина щели; λ – длина световой волны; φ – угол дифракции.

Формула $I_\varphi = f(\lambda)$ используется при разработке программы в среде EXCEL для построения графика распределения интенсивности света при дифракции на щели (рис. 3).

Курсант (студент) самостоятельно последовательно вводит в табл. 1 значения ширины щели, измеряет расстояние $2x$ и полностью заполняет табл. 2. Затем курсант (студент) произ-

водит расчёты длины волны λ , погрешности измерения $\Delta\lambda$, используя математические возможности среды EXCEL. То есть, на практическом примере параллельно обучается работе в среде EXCEL.

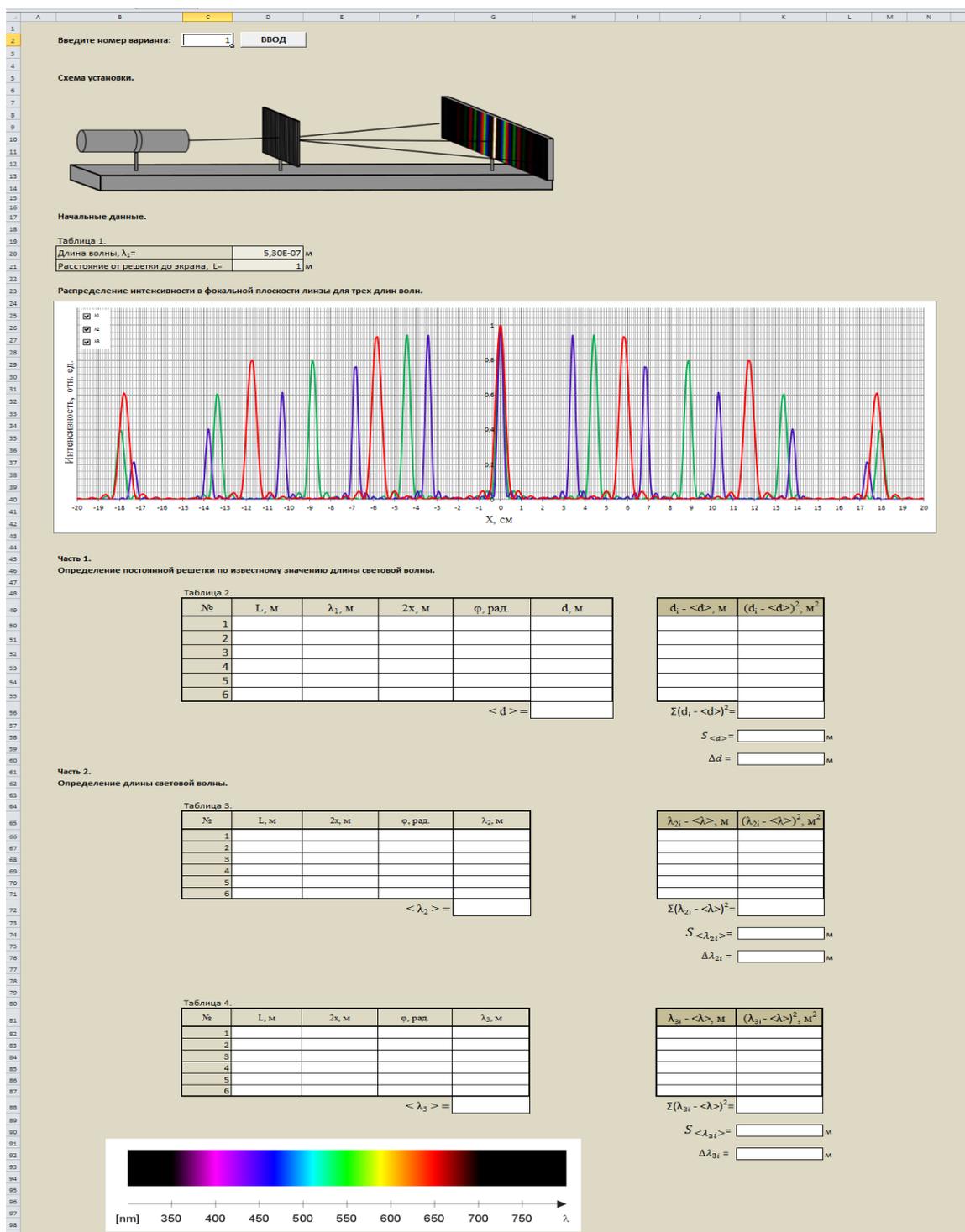


Рис. 4. Вид рабочей части программы для расчета параметров дифракционной решетки и неизвестных длин волн в среде Microsoft Excel после введения номера варианта.

Вариативность заданий осуществляется путём изменения расстояния от щели до экрана L и длины световой волны λ (15 вариантов). Причем программа позволяет преподавателю менять их значения.

Во второй части работы, посвященной изучению дифракции света на дифракционной решетке, расчет интенсивности в различных точках экрана при дифракции на дифракционной решётке с периодом d определяется формулой [7, 8]:

$$I_{\varphi} = I_0 \frac{\sin^2\left(\pi b \sin \frac{\varphi}{\lambda}\right)}{\left(\pi b \sin \frac{\varphi}{\lambda}\right)^2} \cdot \frac{\sin^2\left(\pi N d \sin \frac{\varphi}{\lambda}\right)}{\left(\pi N d \sin \frac{\varphi}{\lambda}\right)^2},$$

где I_0 – интенсивность света в центре дифракционной картины ($\varphi = 0$); b – ширина щели; λ – длина световой волны; φ – угол дифракции; N – число штрихов дифракционной решетки.

На рис. 4 представлен вид рабочего листа в среде Microsoft Excel после ввода номера варианта. В верхней части листа приведены схема установки для наблюдения дифракции света на решетке и оптический ход лучей в случае дифракции Фраунгофера.

В нижней части листа расположены таблицы 1 и 2 для занесения результатов прямых и косвенных измерений в случае определения неизвестной длины световой волны, а также формулы для расчета погрешностей измерений. В таблицу 1 заносятся значения расстояния от решетки до экрана и известной длины световой волны для заданного варианта работы. В таблицу 2 заносятся результаты измерения расстояний между координатами максимумов дифракции, углов дифракции, периода решетки и данных для расчета погрешностей измерения. В таблицы 3 и 4 заносятся данные для измерения двух неизвестных длин волн и погрешностей, используя полученное ранее значение периода решетки.

Измерения проводятся с помощью графика распределения интенсивности света, причем графики можно выводить как для трех длин волн одновременно, так и для каждой из них по отдельности. Результатом выполнения работы также является знакомство с возможностью использования дифракционной решетки в качестве спектрального прибора.

Последовательное проведение натуральных и виртуальных ЛПЗ провести аналогии между визуальными картинками, полученными экспериментальным путем, и графическими образами, полученными за счет программного моделирования. А при дополнении данной методики входным и итоговым контролем позволяет сформировать всесторонне понимание рассматриваемых физических явлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оптические методы для противопожарной системы с целью избежать возникновения шума и затухания сигнала. Гон Ха Сон, Сиразетдинов Р.Т, Успехи современной науки. Т. 5 № 11 2016г. С. 23-26
2. Принципы оптического метода автоматического детектирования лесных пожаров. Ханин А.А., Чеботарев Р.С. Алгоритм безопасности. 2011. № 1. С. 76-80.
3. ФИЗИКА. Волновая оптика. Руководство к лабораторно-практическим занятиям. И.Л. Данилов, Н.И. Егорова, А.П. Карташова, А.И. Трубилко. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2016. - 167 с.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017661810 от 20 октября 2017 г. «Автоматизация изучения явлений волновой оптики на примере дифракции на щели» Данилов И.Л., Егорова Н.И.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017662291 от 02 ноября 2017 г. «Автоматизация изучения явлений волновой оптики на примере дифракции на дифракционной решётке» Данилов И.Л., Егорова Н.И.
6. Изучение основных физических характеристик ионизирующих излучений методом совмещения натурального и виртуального экспериментов. Данилов И.Л. Научно-аналитический журнал «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)». 2014. № 3(11). С. 78-87.
7. Курс общей физики. Т.3. Колебания и волны. Оптика. Скребов В.Н., Трубилко А.И. СПб: СПбУ ГПС МЧС России, 2014. 300 с.
8. Курс физики. Трофимова Т.И. –М.: – Издательский центр «Академия», 2012, 558 с.

УДК 378.14.007.2

ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Д. Ю. Паниотова, Н. С. Демченко
ГОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР

В статье рассматривается процесс гуманизации и гуманитаризации образования. Раскрывается понятие интегративного подхода и его актуальность. Авторами исследованы компоненты данного подхода и предложен ряд методов, способствующих достижению цели его применения в обучении студентов.

Ключевые слова: гуманитаризация образования, профессиональная компетентность, интегративный подход

INTEGRATIVE APPROACH IN THE LEARNING PROCESS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTION OF TECHNICAL PROFILE

D. Y. Paniotova, N. S. Demchenko

In the article process of humanization and humanitarization of education is considered. The concept of an integrative approach and its relevance are revealed. The authors have investigated the components of this approach and have proposed a number of methods contributing to the goal of its applying in teaching students.

Key words: humanitarization of education, professional competence, an integrative approach

В минувший век, наблюдалось значительное доминирование гуманитарного образования над техническим. Идеи гуманитарного образования вытесняли достижения технического профиля. Сейчас же, мы видим стремительное восхождение технического образования. Оно тесно связано с процессом получения навыков и знаний, которые позволяют получить профессиональную подготовку. В последнее время обороты начало обретать такая тенденция как взаимообогащение технического и гуманитарного образования.

Гуманизация и гуманитаризация образования – глубоко философская проблема, которая связана с новым видением как системы образования, так и общества в целом. Следует отметить, что гуманитарное начало стояло в центре внимания эпохи Античности, когда закладывались основы философии образования и предполагалось воспитание разума, чувства гармонии и гражданственности. В условиях информационного общества процесс гуманитаризации образования выступает одним из приоритетных направлений развития высшей школы, как общая тенденция мирового образования.

В истории развития общества имела и имеет место тенденция противопоставления естественнонаучного, технического и гуманитарного знания.

Современное высшее образование в качестве основного гуманистического смысла социального развития провозглашает отношение к человеку как высшей ценности бытия. Основным смыслом образования в этом ракурсе становится развитие личности и ее воспитание, обуславливающее осознанную социальную позицию индивида, развитие его способности самостоятельно принимать решения и действовать независимо, понимая свою личную ответственность в условиях изменяющегося и развивающегося общества [1]. Это означает переори-

ентацию некоторых задач, стоящих перед высшей школой. Одной из таких задач является приобщение учащихся к гуманитарной культуре, культуре познания, общения, творчества, ответственности и сотрудничества [2].

Именно гуманитарная подготовка стимулирует развитие общей культуры студента, расширяет его кругозор, вырабатывает научное мировоззрение как цельную систему философских, социально-политических и естественнонаучных знаний. В становлении личности будущего специалиста, как профессионала и интеллигента, значимую роль играет духовная культура, усвоение весомых достижений отечественных и мировых ценностей. Именно культура, писал русский религиозный мыслитель и ученый энциклопедист П. Флоренский, есть среда, растящая и питающая личность [5]. Ценность гуманитарного знания и культуры отличаются высшей духовностью. Чувствовать красоту музыки, живописи, архитектуры, литературы представляют ценность для человека, полноты его эмоциональной жизни. Все это оказывает большое воздействие на чисто профессиональную деятельность.

Гуманизация и гуманитаризация образования проявляется в мировоззренческой и методологической акцентировке всего преподавания и непосредственно связано со всем учебно-воспитательным процессом в вузе. Гуманитаризация инженерного образования включает следующие направления:

1) изучение гуманитарных и общественно-политических дисциплин;

2) гуманитаризация естественнонаучных, специальных и технических дисциплин. Здесь можем рассмотреть три аспекта, которые не сводят всю проблему к минимуму: в лекционных курсах этих дисциплин должны находить отражение вопросы, связанные со становлением научных теорий, истории развития научного знания, с приоритетами отечественной науки и техники; важно, чтобы в лекциях освещались мировоззренческие и методологические проблемы науки, а также социальные аспекты научно-технического прогресса; в читаемых дисциплинах следует акцентировать внимание студентов на то, что фундаментальные науки в становлении и развитии неизменно сталкиваются с методологическими проблемами, которые побуждают ученых обращаться к философии;

3) совершенствование практики приобщения студентов к различным видам творчества, более эффективного использования индивидуальных форм и методов обучения во внеучебное время, таких как: диспуты, беседы за «круглым столом», экскурсии, студенческие кружки, студенческие научно-практические конференции по общественным и гуманитарным дисциплинам, вечера вопросов и ответов, учебные игры и др. [3].

Гуманитарная составляющая высшего технического образования должна отражать наличие в содержании всех читаемых дисциплин мировоззренческих, социальных, методологических проблем. Гуманитаризация образования предполагает последовательность гуманитарного обучения и носит непрерывный характер. Гуманитарные и технические составляющие высшего образования представляют собой взаимосвязь общенаучных и технических дисциплин с культурой, синтез специальных знаний с миром человеческих ценностей, соединение специальных знаний о технике со знаниями о человеке, смысле жизни, месте человека в этом мире. Следует отметить, что гуманитаризация высшего образования - это очеловечение общенаучных и общетехнических дисциплин [5].

Стоит отметить что, в настоящее время конкурентоспособность будущего специалиста - выпускника вуза определяется не только высоким уровнем профессиональных знаний, но и личностными качествами, сформированными общекультурными компетенциями. Поэтому, актуальной становится задача по улучшению гуманитарной подготовки выпускника, насыщение образования дисциплинами, формирующими знания общей культуры. Отсюда, в системе

профессионального образования необходима модернизация прогностических моделей выпускников, что позволит определить требования к профессиональным знаниям и умениям, а также личностным качествам специалистов.

Одной из главных задач высшего образования является формирование профессиональной компетентности будущего специалиста. Под профессиональной компетентностью понимается характеристика личностных и деловых качеств, отражающих уровень знаний, умений и навыков, а также опыта в сфере осуществляемой деятельности. В процессе образования будущий специалист должен овладеть необходимыми знаниями творческой деятельности, развить соответствующий интеллектуальный уровень, приобрести навыки самообразования, сформировать нравственную, эстетическую, экологическую культуру. Проблема формирования профессиональной компетентности является одной из самых актуальных в современном образовании.

В настоящее время в образовательной системе происходят определенные изменения. Актуальная идея интегративного подхода быстро развивается и применяется в современной педагогике. Интеграционные процессы способствуют более эффективному усвоению знаний в различных отраслях, а также систематизируют их [3]. Отметим, что интеграция в инженерном образовании – это процесс и, как следствие, результат взаимодействия структурных элементов гуманитарного и профессионального образования, сопровождающиеся ростом системности и закрепления знаний будущих специалистов, усовершенствованием их технической подготовки, углублением гуманитарных знаний. Интеграция приводит к повышению уровня образовательного процесса, к формированию профессиональных, общекультурных и общепрофессиональных компетенций.

Согласно исследователя О.Г. Кавериной, интегративный подход – это целостное представление совокупности объектов, явлений, процессов, объединяемых общностью как минимум одной их характеристик, в результате чего создается его новое качество [4].

Итак, в качестве примера рассмотрим структуру интегративного подхода к обучению иностранному языку. Она включает в себя аспекты, принципы, цели и результат.

Рассмотрим компоненты интегративного подхода: методический, организационно-деятельностный и содержательный.

Методический аспект включает в себя интегрирование методик обучения различных дисциплин. Например, следует использовать такие педагогические технологии, как метод проектов, ролевые игры, кейс-технологии. Особое значение, по нашему мнению, имеют проблемные задания, благодаря анализу которых учащиеся пытаются глубже понять суть явлений, что ведет к более глубокому пониманию себя. А понимая себя, зная свои потребности, учащиеся еще больше стремятся к саморазвитию.

Организационно-деятельностный компонент предполагает интеграцию форм обучения различных дисциплин, что будет способствовать использованию большего количества творческих заданий, направленных на формирование креативности и разрушение стереотипов обучающихся.

Содержательный компонент включает в себя учебную деятельность (использование методов, описанных выше, качественный отбор материала, способствующего достижению целей интегративного курса) и внеучебную деятельность (межкультурное взаимодействие, самостоятельное изучение материала).

Результатом применения интегративного подхода при обучении иностранному языку является формирование ключевых компетенций, формирование всесторонне развитой личности, коммуникативной грамотности. Интегративный подход способствует

самореализации, самоопределению, саморегуляции личности, меняется мышление студентов, активизируется творческое воображение. В рамках интегративного подхода при обучении иностранному языку в неязыковых вузах следует выделить три группы методов: 1) познавательно-исследовательские (кейс-метод, метод проектов); коммуникативно-проблемные (ролевые и деловые игры, дискуссии проблемного характера); проблемно-поисковые (презентации, веб-квесты).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что целью применения интегративного подхода при обучении студентов технического профиля является насыщение образования гуманитарными знаниями, что влечет за собой формирование общекультурной компетентности и, как следствие, развитие личности будущего специалиста, эффективности его профессиональной деятельности. Ведь современный инженер – это не только производитель, обладающий высоким уровнем профессиональных знаний, но и специалист широкого профиля, понимающий широкий спектр экономических, социальных, управленческих, культурологических проблем общества, способный к творческой самореализации и самосовершенствованию, нестандартному мышлению, творческому воображению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каверина О. Г. Современное состояние интеграционных процессов в обучении иностранному языку будущих инженеров / О. Г. Каверина // Розвиток творчої особистості студента як суб'єкта педагогічної взаємодії : матеріали міжнар. наук.-прак. конф. – Донецьк, 2006. – С. 46-54.
2. Каверіна О. Г. Професійна підготовка студентів технічних спеціальностей в умовах інтегративного підходу до освіти / О. Г. Каверіна // Лінгвістика і методика : традиції і інновації ; [сб. науч. ст. : к 50-летию кафедры английской филологии ДонНУ] / Под ред. док. филол. наук, проф. Бессоновой О. Л. – Ростов-на-Дону : Изд-во Южного федерального ун-та, 2016. – 284 с.
3. Каверина О. Г. Модульно-развивающее обучение в системе профессиональной подготовки будущих сотрудников МЧС в условиях чрезвычайных ситуаций / О. Г. Каверина // Научный журнал Вестник Института гражданской защиты Донбасса. – Вып. 1 (1), 2015. – С. 121-126. – [На русском, английском языках].
4. Каверина О. Г. Модульно-развивающее обучение в системе профессиональной подготовки будущих сотрудников МЧС в условиях чрезвычайных ситуаций / О. Г. Каверина // Научный журнал Вестник Института гражданской защиты Донбасса. – Вып. 1 (1), 2015. – С. 121-126. – [На русском, английском языках].
5. Товстоплет О.С., Соседка Ю.Э. Проблемы гуманизации технического образования // Педагогические науки, № 2. – Харьков, 2010. // Электронный ресурс: http://www.rusnauka.com/2_ANR_2010/Pedagogica/2_57470.doc.htm.

УДК 004

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СФЕРИЧЕСКИХ ПАНОРАМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Ж. Ф. Гессе, Н. А. Таратанов, И. А. Богданов
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В статье предлагается использовать сферические панорамы для интенсификации образовательного процесса для дисциплин как технической, так и надзорной направленности.

Ключевые слова: сферические панорамы, визуализация образовательного процесса

ON THE QUESTION OF THE USE OF SPHERICAL PANORS AT THE EDUCATIONAL PROCESS

Zh. F. Gesse, N. A. Taratanov, I. A. Bogdanov

In the article it is proposed to use spherical panoramas for the intensification of the educational process for disciplines of both technical and supervisory orientation.

Keywords: spherical panoramas, visualization of the educational process

Обзор современных публикаций в научных электронных библиотеках [1-3] показывает, что работы, посвященные сферическому панорамированию, затрагивают различные сферы деятельности. Объединяет работы тот факт, что в них описываются виртуальные модели, созданные на базе имеющейся информации об объекте.

В последнее время перспективным направлением использования сферических панорам является применение сферических панорам как для визуализации образовательного процесса [4], так и для осмотра места пожара [5]. Среди известных панорам (или их проекций) – линейных, цилиндрических, сферических, эквидистантных, кубических – наиболее перспективной в использовании является сферическая панорама, основой которой являются кадры, снятые неоднократно и с различных позиций, собираемые в сферическую проекцию. Использование сферических панорам позволяет визуализировать объект и его восприятие, создать так называемый «эффект присутствия» (рис. 1). С технологической точки зрения, сферические панорамы 360° могут выполняться с помощью специальных объективов «рыбий глаз» или объективов со специальной насадкой для съемки панорамы одним кадром.

В табл. 1 приведена классификация панорам по области применения. Как следует из табл. 1, для просмотра сферических панорам и 3D виртуальных туров необходимо наличие персонального компьютера или смартфона со специальным программным обеспечением и VR-очков (VR-шлема) и т.д. Способ подключения смартфона к VR-очкам представлен на рис. 2.



Рис. 1. Условное изображение сферической панорамы

Таблица 1. Классификация панорам по области применения

Вид панорамы	Краткая характеристика
Планарные панорамы	Могут быть представлены на любой плоской поверхности, в том числе листе бумаги или экране компьютера
Виртуальные панорамы	Могут быть воспроизведены с использованием персонального компьютера, смартфона со специальным программным обеспечением и VR-очков (VR-шлема) и т.д. При этом при повороте взгляда меняется и изображение.



Рис. 2. Внешний вид VR-очков и способ подключения их к смартфону

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования предъявляет определенные требования к образовательному процессу, в том числе к высокому проценту учебных занятий, проводимых в интерактивной форме. По этой причине, профессорско-преподавательским составом учебных заведений проводится огромная работа по созданию электронной информационной образовательной среды.

Одним из таких способов проведения занятий может быть использование сферических панорам. Ниже представлен типовой алгоритм работы по созданию сферических панорам:

- выбор объекта (объектов) и условий для панорамной фотографии;
- создание базы фотографий;
- монтаж сферической панорамы;
- загрузка сферической панорамы на средство воспроизведения для просмотра.

Сотрудниками университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь уже применяется практика использования сферических панорам. Университетом произведена Государственная регистрация информационного ресурса № 1141504758 – Программное обеспечение «Fire Quest: investigator» [6]. Основной принцип работы данного учебного программного обеспечения, по подготовке руководителей в рамках исследования очага пожара сводящегося к следующему: за счет набора разрозненных панорамных фотоснимков, снятых из одной точки реального пространства, формируется иллюзия трехмерного изображения на мониторе. При наведении мыши на другие точки виртуального пространства и клику кнопки мыши, происходит переход в новую точку снимка другой панорамы. Программа позволяет пользователю осуществлять изъятие некоторых вещественных доказательств в ходе осмотра места происшествия.

Профессорско-преподавательским составом кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров (в составе УНК «Государственный надзор») Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России предлагается внедрение элементов сферического панорамирования в образовательный процесс, в целях совершенствования различных видов профессиональной деятельности выпускников. Перечень дисциплин, в изучении которых возможно использование сферических панорам, достаточно широк («Расследование пожаров», «Пожарно-

техническая экспертиза», «Экспертиза пожаров», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Государственный надзор», «Государственный пожарный надзор» и т.д.) – от дисциплин надзорного характера до дисциплин технической направленности.

Образовательным процессом академии предусмотрено прохождение различного рода практик обучающимися в действующих подразделениях ГУ МЧС России. В рамках прохождения практики обучающиеся осуществляют не только выезд на проверки объектов, но и на осмотр места пожара, где самостоятельно при использовании необходимого оборудования могут проводить фото- и видеосъемку с последующим созданием сферических панорам. Круг лиц, заинтересованных в создании последних, представлен на рис. 3.

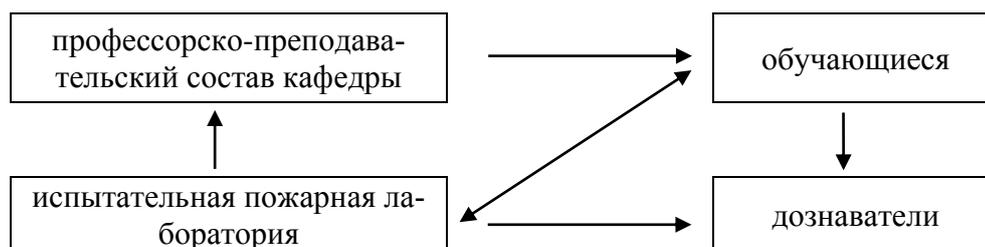


Рис. 3. Взаимодействие заинтересованных в воссоздании места пожара посредством панорамирования сторон

В последствие посредством использования сферических панорам места пожара обучающимся на занятиях представляется возможным осуществить осмотр места происшествия, связанного с пожаром (с последующим заполнением необходимых документов), не покидая аудитории. При этом обучающиеся имеют возможность многократного возврата к просмотру изображения.

Авторским коллективом подготовлен 3D тур на основе сферических панорам с места пожара, который произошел осенью 2017 года (город Иваново) в одном из частных домов частного сектора. Формат созданной сферической панорамы позволяет просматривать ее как на персональном компьютере, так и с использованием смартфона и 3D очков.

В настоящее время сотрудниками кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России продолжается наработка экспериментальных сферических панорам, в основе которых идет фотофиксация места происшествия с связанного с пожаром.

Подводя итоги, следует отметить, что предлагаемый в работе новый подход к визуализации процесса обучения будет способствовать интенсификации процесса обучения за счет различных факторов, в том числе из-за повышения мотивационной составляющей обучения.

Мониторинг литературных источников, позволяет заключить, что создание сферических панорам не требует каких-либо специальных навыков и умений. Наиболее трудоемким этапом является создание и пополнение базы данных сферических фотографий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Режим доступа: <https://elibrary.ru/> (дата обращения 01.03.18).
2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения 01.03.18).
3. Режим доступа: <http://www.springer.com/gp/> (дата обращения 01.03.18).
4. Егорова Н. Е., Микушкин О. В. Технологии виртуальной реальности в учебном процессе // Novainfo.ru. 2017. № 58. С. 13–17.
5. Донец С. А., Санникова С. М. Применение 3D визуализации для проведения пожарно-тактических расчетов с учетом современных информационных технологий // Сб. статей по материалам VIII Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. уч. «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы». 2017. С. 58–60.

УДК 303.01

**НАУЧНАЯ ТЕОРИЯ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ
И ГНОСТИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР ИННОВАЦИОННЫХ ИДЕЙ В ПАРАДИГМЕ
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

М. Т. Лобжа

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Раскрывается структурно-компонентный состав научной теории; анализируется роль принципа как системообразующего фактора в различных психолого-педагогических системах, технологиях; рассматриваются задачи стратегического и оперативно-тактического уровней в решении актуальных проблем образовательного процесса.

Ключевые слова: научная теория, психолого-педагогические технологии, подготовка компетентных специалистов, образовательная среда, инновационные идеи, атрибуты научной теории

**SCIENTIFIC THEORY AS A METHODOLOGICAL FOUNDATION AND A GNOSTIC
GENERATOR OF INNOVATIVE IDEAS IN THE PARADIGM OF PSYCHOLOGICAL
AND PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES**

M. T. Lobzha

The structural-component composition of the scientific theory is revealed; the role of the principle as a system-forming factor in various psychological and pedagogical systems and technologies is analyzed; the tasks of the strategic and operational-tactical levels are considered in solving the actual problems of the educational process.

Key words: scientific theory, psycho-pedagogical technologies, training of competent specialists, educational environment, innovative ideas, attributes of scientific theory

Знания представляют собой проверенный практикой результат познания действительности, истинное её отражение в мышлении человека. Научное знание раскрывает сущность рассматриваемых предметов, явлений материального и духовного мира, их свойства и взаимосвязи. Оно актуализируется в различных формах, одна из которых – теория.

Понятие теории воспринимается как дефиниция обширная и многогранная. Часто теорией называют проверенные практикой положения, концепции, некоторые области знания и отдельные науки (теория педагогического эксперимента, ассоциативно-рефлекторная теория обучения, теория поэтапного формирования умственных действий и т.п.).

Нередко теория рассматривается в широком смысле: научное знание вообще. Такое понимание теории уместно при решении вопроса о взаимоотношении теории и практики.

В научных (и учебных) дисциплинах психолого-педагогического профиля теория понимается как область знаний, раскрывающая законы (закономерности) развития и функционирования психики человека вообще и в учебно-воспитательном процессе в частности, как виде познавательной деятельности.

Теория, как совокупность логически обобщённых знаний в какой-либо отрасли науки, представляется системой принципов, концепций, категорий, описывающей какие-либо целостные явления (или совокупность их элементов, функций), возникает лишь на достаточно высоком уровне развития познания объективного мира или его отдельных компонентов (частей).

Чтобы теория, равно как и знания, составляющие её содержание, носила научный характер, её структура должна включать в себя определённый ряд компонентов. Андреев И.Д.

считает, что основным, определяющим элементом теоретической системы является принцип, который определяет её основное содержание [1].

Наличие конкретного, релевантного принципа обеспечивает интеграцию всех элементов теории в единое целое, в относительно завершённую систему. Принципом в теории познания и практической деятельности называют основополагающее начало, вокруг которого объединяются другие её компоненты: законы; закономерности; понятия; термины и т.п., раскрывающие этот принцип со всех сторон (функциональных, структурных, сущностных и т.п.).

С семантической точки зрения «принцип» понимается как минимум в трёх ипостасях:

- руководящая идея, основной научный тезис;
- внутренние убеждения человека, его мировоззренческая позиция («Не могу поступиться своими принципами»);
- основа устройства и функционирования какого-либо прибора, механизма (принцип работы двигателя внутреннего сгорания).

В контексте данной статьи мы будем стоять на позициях первой парадигмы: принцип является главным, определяющим звеном, лежащим в фундаменте теории и обуславливающим всех других её компонентов. С точки зрения системного подхода принцип играет роль системообразующего фактора, т.е. роль принципа (как атрибута научной теории построения, описания различных систем) проявляется в феноменологии системообразующего фактора. Поэтому его выявление и адекватное формулирование в различных психолого-педагогических системах, отражающих (описывающих) те или иные стороны познавательного (учебно-воспитательного) процесса, является необходимым условием для перехода научного знания в научную (учебную) дисциплину.

Вторым компонентом, позволяющим считать научную теорию, следовательно, и знания, лежащие в её структуре, выступают законы, открытые наукой в конкретном предметном поле объективной действительности. Общеизвестно, что под законом понимается необходимое, устойчивое, существенное, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе [2].

Законы носят объективный характер, они не зависят от сознания человека, а познание их лежит в лоне объектно-предметных компонентов науки, которая выступает главной преобразующей силой в природе и обществе.

В отраслях науки психолого-педагогического характера в настоящее время законов выявлено очень мало, и практически все они отражают отношения между явлениями в предметной области психологии (социальной – в первую очередь), психофизиологии и психофизике: Йеркса-Додсона; изменения скорости развития навыка; перцепции Ланге; и др.

Педагогика, как наука о сущности воспитания и обучения, естественно, опирается на эти законы (как и психологию непосредственно), но она оперирует такой категорией как «закономерность». В отличие от закона, она в большей степени отражает объективные, существенные и устойчивые связи явлений **общественной** жизни, т.е. эти атрибуты в значительной мере детерминируются человеческим (социальным) фактором.

Закономерность в педагогике представляется в виде тенденции, которая по большому счёту зиждется на соответствующих законах природы и общества, но выражается в форме концепции (теории), отражающей **субъективный** взгляд учёного на существенные, устойчивые и объективные связи и отношения тех или иных психолого-педагогических явлений. Познание педагогических закономерностей обуславливает возможность их практического использования в учебно-воспитательном процессе.

Необходимо отметить, что прежде, чем внедрить концепцию (теорию) в педагогическую практику, она должна пройти теоретико-эмпирическое обоснование, экспериментальную апробацию и получить социальную оценку научного сообщества на основе докладов (сообщений) на конференциях, симпозиумах, а также публикаций в различных научных изда-

ниях. Именно в печатных трудах и публичных выступлениях автор концепции (теории) должен показать научной общественности своё суждение о свойствах предметов, технологий (или её отдельных подсистем, компонентов, элементов), лежащих в основе концепции (теории), их связях и отношениях, охарактеризовать понятия и термины, отражающие сущность предметов и явлений, представить соответствующие научные факты.

Важнейшей формой, в которой отражаются научные знания, раскрывающие содержание концепции (теории), являются факты, термины и понятия. Последние в обобщённой форме отражают предметы и явления изучаемой сферы деятельности (в нашем случае – психолого-педагогический комплекс наук) и связи между ними в виде представления общих и специфических признаков, каковыми выступают свойства предметов и явлений. Термины – это конкретные их названия, отражающие специфический характер в определённой науке, научной теории или концепции.

В состав теории включаются обобщённые факты, накопленные и проверенные в ходе общественной практики. Их роль и место в структуре теории очень важны и в то же время неоднозначны. Так, Тимирязев К.А. пишет, что «научная теория – не только факт, но и совокупность многих фактов, а свидетельства многих всегда заслуживают большего доверия, чем свидетельства одного» [3]. Павлов И.П. считал факты воздухом учёных, но предупреждал, чтобы они (учёные) не превращались в архивариусов фактов [4].

В построении теоретических постулатов факты занимают одно из центральных мест, обуславливая возможность высказывать определённые предположения и выдвигать гипотезы, которые в ходе дальнейших теоретико-эмпирических исследований и общественной практики подтверждаются либо опровергаются.

Вся теоретическая конструкция, как форма выражения научных знаний, раскрывающая закономерности функционирования конкретных компонентов какой-либо области объективной реальности, зиждется на эмпирической основе, содержание которой определяется известными фактами соответствующей действительности априорного и экспериментального характера.

Необходимо отметить, что все компоненты теории тесно связаны между собой. Причём характер этой связи проявляется как их взаимодействие, т.е. изменения в одном из компонентов детерминируют структурно-функциональные вариации в других, а также – теории в целом [5]. На этом основании можно констатировать: теория – не простое множество знаний о каком-либо явлении, предмете, процессе, а упорядоченная система знаний со всеми присущими ей атрибутами (структурой, функцией и т.п.).

Системный признак теории в первую очередь подтверждается наличием ряда детерминант, раскрывающих причинно-следственную природу изучаемого предмета или явления, закономерности их реальности: возникновения, развития, функционирования, взаимодействия с другими объектами и т.п. Это необходимое условие признания совокупности каких-либо знаний в содержании той или иной теории, но недостаточное.

Теория должна с исчерпывающей полнотой описывать и объяснять исследуемую область действительности. В этом случае она будет состоятельна и иметь относительно завершённый вид. Кроме того, теория, если она является таковой, обладает внутренней замкнутостью, отражающей чётко выделенный (ограниченный) сектор объективной действительности. С точки зрения логики такая теория характеризуется внутренней непротиворечивостью и стройностью её архитектоники. Если эти требования выполняются, то теория обладает системосохраняющими свойствами, которые обуславливают взаимодействие её компонентов, позволяющее раскрыть феноменально-ноуменальные (знания, полученные чувственно-рациональными путями) аспекты исследуемой действительности. Иначе говоря, каждый компонент теории должен обладать определённой константностью. Поэтому невозможно существенно изменить структурно-компонентный состав и его авторскую интерпретацию, не искажая при этом смысл других компонентов и теории в целом.

Достижение логической стройности теории (как системы) и константности её составных частей обеспечивает принцип **минимизации**, сущность которого проявляется в том, что научная теория в своей основе должна иметь минимально необходимое количество основополагающих идей, фундаментальных (или прикладных) понятий. В противном случае мы будем иметь дело с простым множеством идей, концепций, ведущих принципов, которые не представляют единой, непротиворечивой и относительно самостоятельной теории.

Если та или иная теория отвечает изложенным выше требованиям, тогда её с полным основанием можно использовать в образовательном процессе. Однако здесь следует обратить внимание на два обстоятельства. Первое – связано с необходимостью мониторинга постоянно растущих и динамично изменяющихся по содержанию требований рынка труда к профессиональным компетенциям будущих специалистов. Второе обстоятельство вытекает как следствие из сложившейся ситуации, требующей постоянного поиска решения назревших задач в образовательном процессе: стратегического и оперативно-тактического уровней.

Задачи стратегического характера изменения в образовательном пространстве могут решаться на уровне разработки **научных проблем** психолого-педагогических аспектов учебно-воспитательного процесса. Их эпистемологическое поле включает такие категории как научная теория, педагогическая технология или концептуальная модель технологии, раскрывающие инновационные аспекты обучения и воспитания (общего и частного характера). Естественно, исследования такого масштаба требуют высокого уровня профессионально-гностической эрудиции педагога и большого опыта научно-преподавательской работы.

Задачи оперативно-тактического характера в рассматриваемой тематике психолого-педагогических инноваций относятся к уровню решения **научных задач**. Они могут быть связаны с совершенствованием (оптимизацией) отдельных компонентов и элементов уже известной научно-педагогической теории, технологий обучения (воспитания), а также различных аспектов, средств, форм, методов и педагогических условий, обеспечивающих новизну, эффективность и технологическую реализацию полученных научных результатов.

В заключение целесообразно подчеркнуть фундаментальную роль научной теории в области психолого-педагогических наук, её основополагающее значение для решения методологических проблем гуманитарно-креативного характера. Инновационные идеи, заложенные в теоретических постулатах, позволяющих решать научные проблемы образовательной среды, несомненно, дадут толчок, сгенерируют творческую активность учёных и практиков педагогического сообщества в решении актуальных научных задач подготовки компетентных специалистов, которые смогут выполнять свои служебные обязанности на высоком профессиональном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев И.Д. Теория как форма организации научного знания. М.: Наука, 1979. – С. 23-25
2. Толково-энциклопедический словарь. – СПб.: «Норинт», 2006. – С. 619
3. Тимирязев К.А. Избранные сочинения в четырёх томах, т. 1. М., 1948, с. 161
4. Цит. по Фролов Ю.П. И.П. Павлов и его учение об условных рефлексах. М-Л.: Гозиздат биологической и медицинской литературы. 1936. – С.210
5. Анохин П.К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. М.: Наука, 1978. С. 66-78.

УДК 614.84:004.94

ОБЗОР МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТРЕНАЖЕРНО-ОБУЧАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

К. О. Шашков, А. А. Арбузова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В статье рассмотрены современные учебно-тренировочной технологии. Проведен обзор интерактивных тренажерно-обучающих комплексов, выявлена их общая структура. Проанализированы функциональные возможности многофункциональных интерактивных тренажерно-обучающих комплексов средств тушения пожара.

Ключевые слов: тренажерно-обучающий комплекс, средства тушения, программное обеспечение

THE REVIEW OF THE MULTIPURPOSE INTERACTIVE TRAINING COMPLEXES

K. O. Shashkov, A. A. Arbuzova

In article the modern are considered trainer technology. The review of interactive training and learning complexes is carried out, their general structure is revealed. The functional capabilities of multifunction interactive training and learning complexes of means of fire extinguishing are analyzed.

Keywords: training and learning complex, means of suppression, software

В связи с появлением сложнейшей промышленной техники, работа которой связана с потенциальными рисками для жизни и здоровья многих людей, с одной стороны и значительные достижения в информационной сфере, с другой, привели к появлению новой индустрии – интерактивной учебно-тренировочной технологии. Данная технология основана на использовании интерактивных тренажеров, представляющих из себя сложные комплексы, системы моделирования и визуальной симуляции, компьютерные программы и физические модели, специальные методики, создаваемые для того, чтобы подготовить личность к принятию качественных и быстрых решений [1,2]. Особенно актуально использование данной технологии при подготовке специалистов в области чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности [3].

Принцип работы современных интерактивных тренажерно-обучающих комплексов основан на закреплении теоретических знаний обучающихся с одновременной отработкой практических навыков. Использование комплексов позволяет в процессе обучения не однократно воспроизводить процесс тренировки, а применение 3D технологий обеспечивает создание реалистичной обстановки и максимального эффекта присутствия.

Учебно-тренировочной технологии наиболее популярны в таких сферах деятельности, в которых ошибки при обучении на реальных объектах затруднительны в виду сложности процессов или могут привести к непредсказуемым и/или чрезвычайным последствиям, а их устранение – к большим финансовым затратам. Так виртуальные тренажеры широко используются в военном деле, медицине, при ликвидации последствий стихийных бедствий, в атомной энергетике, авиации, космосе и т.п.

Тренажерно-обучающий комплекс имеет структуру, представленную на рис. 1 и включает в себя моделирующий компьютер, интерфейсы оператора и инструктора и дополнительное периферийное оборудование [3].

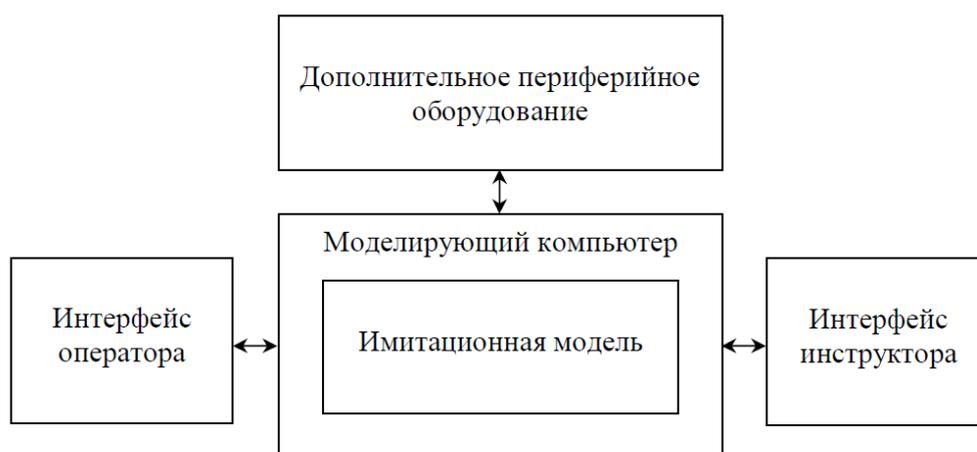


Рис. 1. Структура тренажерно-обучающего комплекса

На рис. 2 приведен перечень элементов тренажерно-обучающего комплекса с характеристикой каждого элемента.

Элемент тренажерно-обучающего комплекса		Характеристика элемента
Моделирующий компьютер		наиболее важная часть тренажерной системы, от степени приближенности имитационной модели к реальному объекту или ситуации зависит качество получаемых навыков
Интерфейс оператора	панели управления и контроля	физические свойства интерфейса оператора точно или в максимально приближенной степени соответствуют конкретному моделируемому процессу
	видеотерминалы	
Интерфейс инструктора		позволяет управлять работой тренажера, выбирать сценарий тренировки и начальное состояние имитируемого процесса, вводя свои моделируемые процессы или его компоненты либо изменяя внешние факторы
Периферийное оборудование		принтеры, панели аварийной сигнализации и любое другое оборудование, необходимое для повышения реалистичности моделируемой окружающей обстановки или документирования процесса тренировки

Рис.2. Характеристика элементов тренажерно-обучающего комплекса

Проведен обзор существующих многофункциональных интерактивных учебно-тренировочных комплексов, применяемых для подготовки отечественных специалистов по пожарной и техносферной безопасности. Для исследования рассмотрены разработки следующих предприятий: НПП «Адвент» (г. Санкт-Петербург), ПО «Зарница» (г. Москва) и ООО «ВИ Групп» (г. Москва).

Сфера деятельности НПП «Адвент» – разработка и промышленная реализация тренажеров специализированных машин и имитаторов приборов [4].

Разрабатываемые тренажеры направлены на отработку практических навыков обучающихся в ходе решения специальных задач в учебных аудиториях без привлечения специализированной техники. На рис. 3 приведен внешний вид различных тренажеров.

К преимуществу использования тренажера можно отнести то, что приборы, которые в них установлены полностью совпадают с их расположением в реальных машинах. Это позволяет обеспечить получение и закрепление устойчивых практических навыков, которые могут быть применены обучаемыми в реальных условиях. Кроме внешнего сходства приборы воспроизводят и функциональные возможности реальных прототипов. Для того чтобы реализовать алгоритмы работы приборов-прототипов применяются программные методы. Для имитирования текущей ситуации в устройстве используется встроенный микропроцессор, который получает информацию от управляющего компьютера и отображает полученную информацию при помощи средств индикации. Также в функции микропроцессора входит контроль состояния органов управления (кнопок, переключателей) имитатора прибора и передача этой информации в компьютер системы управления.

Для создания реалистичных изображений окружающей обстановки применяется встроенный визуальный модуль. Визуальный модуль дает возможность воспроизводить разнообразные объекты, ландшафты, погодные условия, времена года и т.п.



Рис.3. Тренажеры специализированных машин и имитаторов приборов

Производственное объединение "Зарница" предлагает многофункциональные интерактивные учебно-тренировочные комплексы средств тушения пожара, предназначенные для приобретения и закрепления знаний и навыков эксплуатации пожарного насоса, расположенного в кабине пожарного автомобиля или в его заднем отсеке, курсантами специализированных учреждений [5].

Комплексы состоят из сборной рамы, пожарного насоса и беспроводного пульта дистанционного управления инструктора. Встроенное программное обеспечение позволяет работать в двух режимах: тестирования и просмотра обучающих видеороликов. Режим тестирования предназначен для проверки теоретических навыков обучающихся. В режиме практической работы предусмотрена возможность просмотра ситуационные сценариев перед началом упражнения при помощи меню управления. Комплекс обеспечивает возможность выполнения более 100 практических упражнений.

Тренажер имитирует забор и подачу огнегасящих жидкостей. Звуковая система реализует имитацию звука работы двигателя пожарного автомобиля и насоса в различных режимах.

Беспроводной пульт дистанционного управления необходим для навигации по программным пунктам меню комплекса и постановки учебных занятий.

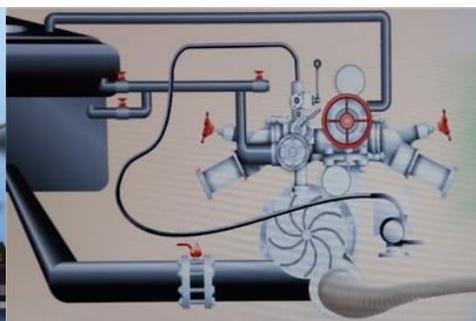
Система визуализации обеспечивает согласованное отображение насоса, водопенных коммуникаций, навесного оборудования в соответствии с выбранным упражнением. На мониторе отображается процесс взаимодействия жидкостей и всех происходящих движений.



МК-104/Н (практические занятия с насосом типа НЦПК 40/100 - 4/400)



МК-204/Н (практические занятия с насосом типа ПН-40)



система визуализации комплекса МК-204/Н

Рис.4. Внешний вид многофункциональных интерактивных учебно-тренировочных комплексов средств тушения пожара

ООО «ВИ Групп» (г. Москва) разработала программно-аппаратный комплекс для решения задач психологической и психофизиологической диагностики, подготовки, профилактики и реабилитации, направленных на оптимизацию физического и психологического состояния и обеспечение профессиональной надежности сотрудников и работников МЧС России. На рис. 5 приведена схема комплектации анализируемого программно-аппаратного комплекса.

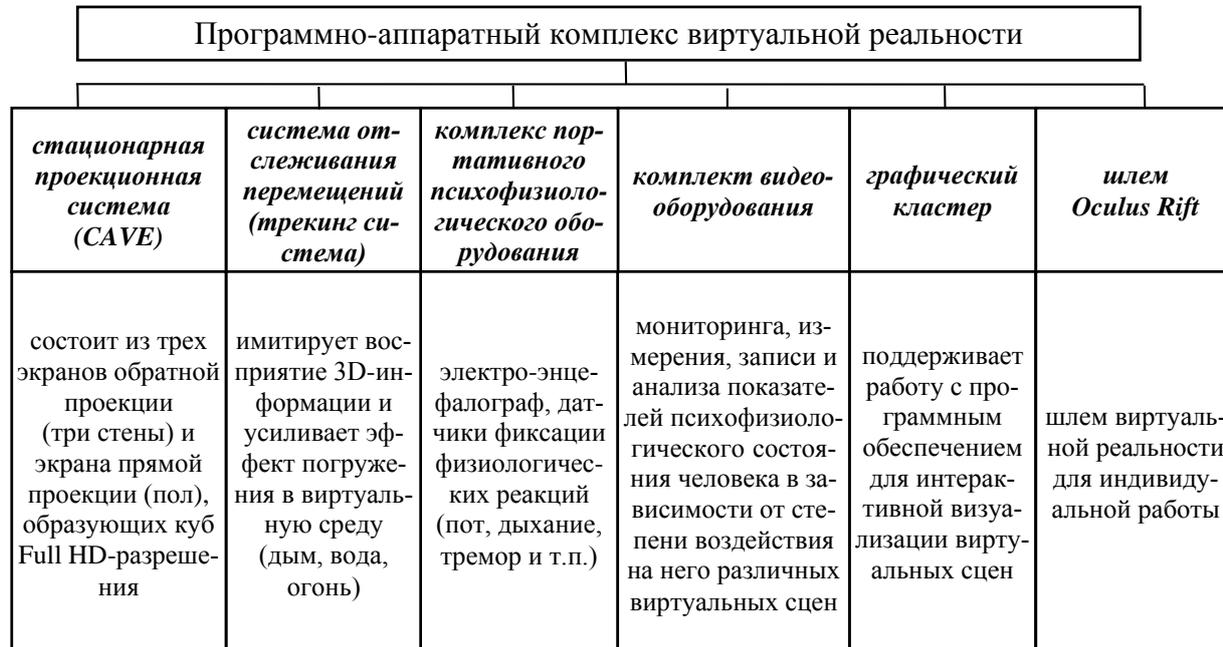


Рис.5. Структура программно-аппаратный комплекс для решения задач психологической и психофизиологической диагностики работников МЧС России

Особенностью данного комплекса является интеграция психофизиологического оборудования в систему виртуальной реальности и их полная синхронизация, что позволяет применять полученный программно-аппаратный комплекс для решения психологических задач: коррекция фобий, борьба с посттравматическим стрессовым расстройством, коррекция различных психологических состояний (киберпсихология); психофизиологических исследований

поведения человека в виртуальной сцене; обучения техникам самоконтроля; тестирования новых технологий и методик; тренингов и обучения.

Рассмотренный комплекс является базой при разработке виртуальных тренажеров различной направленности. Например, тренажеров для воспроизведения различных критических ситуаций, для проведения обучения пожарных и спасателей, работающих в МЧС России, для оценки и корректировки психофизиологических состояний сотрудников. Внешний вид комплекса приведен на рис. 6а и 6б.

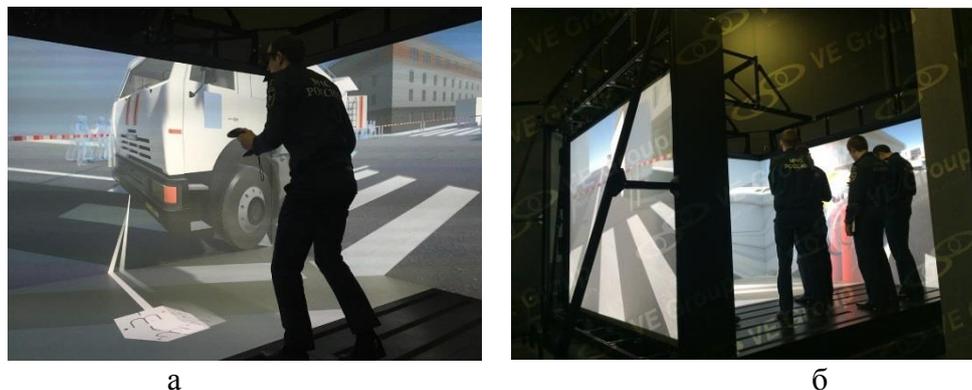


Рис. 6. Внешний вид программно-аппаратный комплекс для решения задач психологической и психофизиологической диагностики работников МЧС России

Тренажерные обучающие комплексы предназначены для подготовки и/или повышения квалификации специалистов, служат для приобретения определенных навыков, позволяют проводить подготовку специалистов как индивидуально, так и в составе экипажей, расчетов и других подразделений, а также выполнять весь объем их функциональных обязанностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка возможности использования 3D-туров в обучающем процессе пожарных и спасателей. Михайлов Д.Ю., Арбузова А.А. Сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции «Актуальные вопросы естествознания». 2017 г. С.129-132.
2. Применение мультимедийных наглядных средств обучения. Лутошкин В.О., Арбузова А.А. Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». 2017 года. С.100-101.
3. Об алгоритме разработки обучающей системы. Егорова Н.Е., Солодун С.А. Сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции «Актуальные вопросы естествознания». 2017 г. С. 176 – 179.
4. Автоматизированная тренажерно-обучающая система. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 18.02.2018. URL: https://vuzlit.ru/448809/avtomatizirovannaya_trenazhyorno_obuchayuschaya_sistema (дата обращения: 18.02.2018).
4. Программно-аппаратные тренажерные комплексы. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 15.02.2018. URL: <http://www.adventspb.ru/science/3/> (дата обращения: 15.02.2018).
5. Многофункциональный интерактивный учебно-тренировочный комплекс средств тушения пожара. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 15.02.2018. URL: <http://zarnitza.ru> (дата обращения: 15.02.2018).

УДК 541.2; 541.45/.459; 541.5; 541.6; 541.8; 542.9

ОБМЕН ОПЫТОМ ПРИ НАПИСАНИИ ПОСОБИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СПЕЦИАЛЬНАЯ ХИМИЯ»

Е. Г. Сарасеко

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

Успешное предупреждение чрезвычайных ситуаций и ликвидация их последствий возможны только при условии владения теоретическими основами химической науки. Разработанное учебно-методическое пособие по дисциплине «Специальная химия»: «Общая химия. Раздел 1. Задачи и упражнения» наряду с другими общеобразовательными дисциплинами составляет основу фундаментальной теоретической подготовки студентов и как пример может быть использовано профессорско-преподавательским составом для написания других методических пособий.

Ключевые слова: специальная химия, учебно-методическое пособие, задачи, примеры, химические процессы, познавательная деятельность, самостоятельная работа, творческая инициатива, логическое мышление, анализ, причинно-следственная связь

EXCHANGE OF EXPERIENCE IN WRITING MANUALS ON THE SUBJECT «SPECIAL CHEMISTRY»

E. G. Saraseko

Successful prevention of emergency situations and elimination of their consequences is possible only if the possession of theoretical bases of chemical science. Developed the educational-methodical manual on discipline «Special chemistry»: «General chemistry. Section 1. Tasks and exercises», along with other educational disciplines is the basis of fundamental theoretical training of students and as an example can be used by the faculty for writing other manuals.

Keywords: special chemistry educational-methodical manual, problems, examples, chemical processes, cognitive activity, individual work, creative initiative, logical thinking, analysis, cause-and-effect relationship

Современный период развития общества характеризуется рядом чрезвычайных ситуаций, возникающих как на территории Республики Беларусь, так и во всем мире. Актуальной задачей высшей школы является активизация обучения путем целенаправленного воздействия на мотивацию, которая определяется стремлением к познанию, интересом и увлеченностью учебной деятельностью. Поэтому изучение дисциплины «Специальная химия» студентами заочной формы обучения по специальности 1-94 01 01 «Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций» в Гомельском филиале Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, должно способствовать развитию у них неформального логического мышления, связанного с теми химическими процессами, которые протекают в условиях ЧС природного и техногенного характеров.

Рассматриваемая дисциплина состоит из двух разделов – «Общая и специальная химия», «Органическая и специальная химия». Это позволяет сформировать у обучающихся четкое понимание химических законов и принципов химических процессов, лежащих в основе современного промышленного производства и последствий нарушений технологических циклов; развить умение прогнозировать последствия прохождения различных химических реакций и комплексных процессов в условиях ЧС; изучить физико-технические характеристики и химические свойства пожаро- и взрывоопасных соединений, токсичных и радиоактивных соединений и взрывчатых веществ; приобрести навыки обеспечения личной безопасности при

контакте с опасными химическими веществами. Кроме этого обучающиеся повторяют и усваивают фундаментальные теоретические основы, химические законы и положения общей и органической химии, приобретают навыки самостоятельного выполнения химических экспериментов и безопасного обращения с различными веществами и оборудованием.

В профессиограмме спасатели определяются как сотрудники системы МЧС, которые первыми приходят на помощь при пожарах, стихийных бедствиях, экологических катастрофах, авариях и т.п. Описание ликвидации последствий ЧС включает проведение мониторинга окружающей среды, проведение разведки, поиск пострадавших, первичную оценку оперативной обстановки и другие виды работ [1]. Исходя из этого, в дисциплине «Специальная химия» изучается также ряд специализированных вопросов, связанных с физико-химическими и пожароопасными свойствами простых и сложных веществ, оценкой пожарной опасности веществ по энергии Гиббса, способах предупреждения пожаров и взрывов на химических производствах на объектах добычи, переработки и хранения ЛВЖ, ГЖ, ВВ, источниками ртутной интоксикации, воздействием ртути и ее соединений на организм человека, оценкой антидетонационных свойств горючих топлив, пожароопасной безопасностью химических процессов производства и ряд др.

Однако, традиционные формы занятий по дисциплине «Специальная химия», включающие лекции и лабораторные занятия, не всегда оказываются достаточно эффективными независимо от опыта преподавателя и уровня подготовки студентов. Свидетельством тому являются затруднения, которые возникают у обучающихся при выполнении индивидуальных расчетных заданий. Поэтому автор разработал учебно-методическое пособие по дисциплине «Специальная химия», которое предназначено для осмысленной и углубленной проработки и усвоения теоретических основ Раздела 1 «Общая и специальная химия». Учебно-методическое пособие издано в электронном виде и размещено на сайте ГУО Университета гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. Пособие состоит из 81 стр. и включает:

1. Введение;
2. Строение вещества. Химическая связь;
3. Энергетика химических процессов;
4. Химическая кинетика и равновесие в гомогенных системах;
5. Характеристика и свойства истинных растворов. Водные растворы электролитов;
6. Электрохимические и окислительно-восстановительные системы;
7. Вопросы для самостоятельной подготовки;
8. Заключение;
9. Список литературы;
10. Приложения.

При написании данного пособия автор руководствовался тем, что сформировать всесторонне развитую личность возможно только в том случае, когда преподаватель и обучающийся работают слаженно в одной команде. Без активной познавательной деятельности самих обучающихся, без сосредоточения их внимания на изучаемом процессе, без желания познать неизвестное, достичь конечный результат, представляется невозможным [2]. Исходя из этого, с учетом того, что основной центр тяжести при решении задач приходится на внеаудиторные занятия (самостоятельную работу обучающихся), в учебно-методическом пособии приведены схемы решения типичных, а в ряде случаев – и наиболее сложных задач. Упражнения и задачи сборника требуют широкого привлечения представлений неорганической химии, химической термодинамики и отчасти кинетики, освоенных в общеобразовательных школах. Вопросы для самостоятельного разбора тем (всего 110) разработаны таким образом, чтобы сформировать умение ориентироваться в информационном пространстве в поиске нужной информации. Ряд вопросов в учебно-методическом пособии обеспечен пояснениями. Приложения включают справочный материал, необходимый для подготовки ответов на вопросы во время самостоя-

тельной работы по темам дисциплины «Специальная химия», который изложен таким образом, чтобы активизировать познавательную деятельность обучающихся. Фрагмент приложения представлен на рис. 1.

	<p>...сероводорóд (сернистый водорóд, сульфíд водорóда, дигидросульфíд) – бесцветный газ со сладковатым вкусом, имеющий запах протухших куриных яиц. Бинарное химическое соединение водорода и серы. Химическая формула – H_2S. Плохо растворим в воде, хорошо – в этаноле. Ядовит. При больших концентрациях взаимодействует со многими металлами. Огнеопасен. Концентрационные пределы воспламенения в смеси с воздухом составляют 4,5-45 % сероводорода. Используется в химической промышленности для синтеза некоторых соединений, получения элементарной серы, серной кислоты, сульфидов. Сероводород также используют в лечебных целях, например, в сероводородных ваннах</p>
<p>...аммиак – NH_3, при нормальных условиях – бесцветный газ с резким характерным запахом (запах нашатырного спирта и мочи).</p> <p>...молекула NH_3 имеет форму тригональной пирамиды с атомом азота в вершине. Три неспаренных р-электрона атома азота участвуют в образовании полярных ковалентных связей с 1s-электронами трёх атомов водорода (связи N–H), четвёртая пара внешних электронов является неподелённой, она может образовать ковалентную связь по донорно-акцепторному механизму с ионом H, образуя ион NH_4^+.</p>	<p>...азóтная кислота́ (HNO_3) – сильная одноосновная кислота. Твёрдая азотная кислота образует две кристаллические модификации с моноклинной и ромбической решётками.</p> <p>...азотная кислота смешивается с водой в любых соотношениях. В водных растворах она практически полностью диссоциирует на ионы. Образует с водой азеотропную смесь с концентрацией 68,4% и $t_{\text{кип.}} 120^\circ\text{C}$ при нормальном атмосферном давлении. Известны два твёрдых гидрата: моногидрат ($\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) и тригидрат ($\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)</p>

Рис. 1. Фрагмент из приложений электронного учебно-методического пособия «Общая химия. Раздел 1. Задачи и упражнения» для слушателей заочной формы обучения

Изложение текста и предоставленных задач и упражнений в пособии ведется в свете фундаментальных законов химии: сохранения массы – энергии, сохранения заряда, периодического закона Д.И. Менделеева и т.д. Такая последовательность не утверждает исключительную правильность изложения материала, хотя опыт преподавания подсказывает автору некоторые преимущества предлагаемого построения. По нашему мнению, это должно активизировать работу студентов и способствовать у них творческой инициативы, становлению их логического мышления.

Учебно-методическое пособие по дисциплине «Специальная химия», «Раздел 1. Общая химия. Задачи и упражнения» является кратким курсом химии. Учитывая небольшой объем

пособия, его можно считать своего рода кратким руководством, для оказания помощи обучающимся технических специальностей в правильном выборе пути при решении задач и упражнений. Авторы постсоветского и настоящих периодов, цитируемые в данном учебно-методическом пособии, отражают современную точку зрения автора на исследуемую проблему.

Автор пособия на основе обобщения большого практического материала, разработанного ранее такими учеными как Г. Л. Абкин, 1971; Т. П. Адамович [и др.], 1979; В.В. Свиридов [и др.], 1982; Г. П. Хомченко, 1999, постарался довольно сжато изложить свое видение для решения проблемы, связанной с затруднениями обучающихся технических специальностей при решении практических задач и упражнений по общей химии. При этом автор руководствовался тем, что в задачу преподавателя входит такое изложение материала, которое вовлекало бы учащихся в умственную переработку сообщаемого материала, развивало бы у них умение наблюдать явления и делать выводы, сравнивать и обобщать, производить операции анализа и синтеза, осуществлять индуктивные и дедуктивные умозаключения и т.д. [2]. После ознакомления со списком литературы в пособии (всего 21 источник), рекомендованным для закрепления пройденных тем и предварительной подготовки материала, и прочтения по указанию преподавателя книг (учебная, методическая, научно-популярная) по различным разделам химии обучающиеся приобретут возможность анализировать и вскрывать причинно-следственные связи в химических процессах, которые сопровождаются при различных ЧС, возможность сформировать навыки и умение логично и развернуто излагать свои мысли, сочетая фактические знания из раздела «Общая и специальная химия» по химии с теоретическими и практическими навыками других специализированных дисциплин, а также возможность участвовать в студенческих конференциях регионального, республиканского и международных уровней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гапанович-Кайдалов Н.В., Гапанович-Кайдалова Е.В. Экологическое образование в системе профессиональной подготовки спасателей. Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации: матер. межд. науч.-практич. конф.. Редкол.: А.Э. Набатова. Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого. 2016. С. 335-337.
2. Цветков Л.А. Преподавание органической химии. Пособие для учителей. Москва: Просвещение. 1973. 287 с.

УДК 614.84:004.94

ОБУЧЕНИЕ ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Е. В. Нефедов, И. А. Матяшин, А. А. Арбузова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Проведен обзор существующих средств виртуальной реальности. Рассмотрены способы использования данной технологии и современных средств виртуальной реальности для обучения людей использованию пожарного оборудования или техники. В ходе проведения работы выявлено, что одними из объектов, которые могут активно использовать технологию виртуальной реальности могут быть люди с ограниченными возможностями, в том числе и дети.

Ключевые слова: технология виртуальной реальности, симуляция, пожар, возгорание, тушение пожара

TRAINING IN SUPPRESSION OF THE FIRES ON THE BASIS OF TECHNOLOGY OF VIRTUAL REALITY

E. V. Nefedov, I. A. Matyashin, A. A. Arbuzova

The review of the existing means of virtual reality is carried out. Ways of use of this technology and modern means of virtual reality for training of people in use of the fire equipment or the equipment are considered. During work it is revealed that physically disabled people including children can be one of objects which can actively use technology of virtual reality.

Keywords: virtual reality technology, simulation, fire, ignition, fire extinguishing

В современном мире активно развиваются различные технологические направления, особенно научно-технический прогресс затронул информационные технологии. Именно они активно сменяют друг друга, постоянно вносятся изменения, повышается эффективность деятельности человека. Для того чтобы эффективно работать в новых условиях современные специалисты должны обучаться с учетом быстро меняющегося мира, науки и техники. Несомненным помощником здесь может выступать технология виртуальной и дополненной реальности, которая позволяет качественно изменить принципы и методы обучения.

В целом под виртуальной реальностью понимают информационную модель реальности, созданную комплексом специализированных технических средств, передаваемая человеку через его органы восприятия (зрение, слух, обоняние, осязание и другие), обеспечивая при этом человеку чувство нахождения в искусственно синтезированном несуществующем пространстве [1]. Необходимо отметить что виртуальная реальность воспроизводит как воздействия, так и обратные реакции на это воздействие. В настоящее время технология виртуальной или дополненной реальности активно используется в научных, производственных и развлекательных целях. Несомненно, она может быть применена и в образовании, для обучения профессиям, где эксплуатация реальных устройств и механизмов связана с повышенным риском либо с большими затратами. К таким профессиям относятся, например, пилот самолета, машинист поезда, авиадиспетчер, водитель различного рода автомобильной и специальной техники, а также, спасатель и пожарный. Такой подход к обучению обеспечивает минимальный по сравнению с подготовкой в реальных условиях риск получения травм обучаемым и исключение возможности нанесения ущерба реальным образцам дорогостоящей техники [2,3].

В статье проведен обзор средств виртуальной реальности.

Первой реализацией виртуальной реальности считается «Кинокарта Аспена» (Aspen Movie Map), созданная в Массачусетском Технологическом Институте в 1977 году. Эта компьютерная программа симулировала прогулку по городу Аспен, штат Колорадо (рис.1а).

Очередной виток развития пришелся на 1995 г., когда компанией Nintendo был выпущен Virtual boy (рис.1б). Это устройство одновременно являлось шлемом компьютерной реальности и виртуальной консолью. Изображение в устройстве транслировалось с использованием двух монохромных черно-красных проекторов. Для создания трехмерного эффекта применен эффект параллакс. Разрешение передаваемого изображения составляло 384x224 точки.

В конце 90-х годов Sony разработала миниатюрный шлем Glasstron, дополнительно снабженный наушниками и LCD-дисплеем (рис.1в). В настоящее время кроме шлемов большую популярность приобрели очки виртуальной реальности (VR-очки), которые показывают человеку изображение, создают звуковые эффекты и следят за поворотом головы пользователя, отзываясь на малейшие движения его тела. На данный момент существует два типа очков для создания виртуальной реальности (рис.1г, д). К первому из них относятся полноценные устройства, которые имеют свой процессор и подключаются к компьютеру. Второй вид VR-гаджетов – это мобильные шлемы. Для погружения в мир иллюзий пользователь такого устройства должен разместить в нем смартфон с записанным на нем специальным приложением. Для создания виртуальной реальности шлемы оборудованы двумя встроенными дисплеями, а когда пользователь надевает такое устройство, то дисплеи расположены на расстоянии всего нескольких сантиметров от его глаз. На экранах появляются идентичные изображения, имеющие лишь небольшое смещение. Перед дисплеями виртуальных шлемов установлены две линзы. Они искривляют изображение и создают эффект объема. Помимо получаемой перед глазами картинки, у пользователя шлема есть еще возможность смотреть по сторонам. Для этого достаточно повернуть голову вправо или влево. Такая функция устройства становится возможной благодаря расположенным в шлеме датчикам - магнитометру, гироскопу и акселерометру. Для отслеживания положения человека в пространстве используется трекер с инфракрасными светодиодами [4].



Рис.1. Виды VR-очков (шлемов)

Как уже говорилось выше с использованием технологии и современных средств виртуальной реальности возможно обучать людей использованию пожарного оборудования или

техники (например, работе с огнетушителем или управлению пожарной машиной), отрабатывать навыки поведения и работы в сложных условиях (например, при различной степени задымленности и/или возгорании помещения) [5].

Компаниями NEC и MX Mobiling Co Ltd. VR Fire Extinguishing Experience Simulator выпущена система VR Fire Extinguishing Experience Simulator [6], позволяющая симулировать процесс возгорания и тушения очага пожара с помощью огнетушителя. В качестве дисплея в системе могут выступать смартфоны Galaxy S8, для управления используется особый контроллер в форме огнетушителя. Для моделирования пожара используется специальное программное обеспечение, которое создает реалистичное поведение языков пламени, сжигающих окружение, контролирует потоки ветра и клубы дыма. Сейчас система способна смоделировать ситуацию пожара в жилом помещении (комната). В дальнейшем разработчики планируют добавить разные типы жилых помещений и несколько производственных.



Рис. 2. Система VR Fire Extinguishing Experience Simulator

Также существует система BullsEye™ (Англия), позволяющая имитировать пожары различных классов и осуществлять их тушение воздухом или водой с использованием лазерного огнетушителя (рис. 3а, 3б). С использованием цифрового LED-управляемого контроллера система отслеживает правильность расположения огнетушителя над очагом пожара, силу подачи огнетушащих средств и время, затраченное на тушение. В зависимости от данных параметров на экране изменяется изображение огня. Система может быть использована как в открытых, так и в закрытых помещениях для отработки практических навыков работы с огнетушителями. Конечно полностью заменить реальный процесс работы с огнетушителем она не может, но является отличным инструментом для отработки навыков на начальном этапе (рис. 3б). Кроме того, использование системы не требует перезарядки огнетушителей.



Рис.3. Система обучения работе с огнетушителем BullsEye™

Использование технологий виртуальной реальности, обеспечивающих моделирование ситуации наиболее соответствующей реальным условиям выполнения задачи, позволит добиться высокого результата в подготовке как специалистов, так и обычных людей [7].

Также одними из объектов, которые могут активно использовать данную технологию могут быть люди с ограниченными возможностями, в том числе и дети. Первый российский VR 360 проект, использующий виртуальную реальность для мотивации людей с инвалидностью к большей активности в реальной жизни провел опрос среди детей с ограниченными возможностями.



Рис.4. Использование технологии виртуальной реальности людьми с ограниченными возможностями

Опрос показал, что 46% детей хотели бы выбрать профессию пожарного или спасателя, но ввиду ограниченных возможностях они этого сделать не могут. Поэтому компания разработала приложение, с помощью которого можно было бы побывать в роли спасателя или пожарного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологии виртуальной и дополненной реальности и возможность их применения в военном образовании. Граневский К.В., Кубенин Н.А. Тенденции развития науки и образования. 2017. № 31-1. С. 16-22.
2. Использование электронных наглядных средств обучения как способ повышения познавательной активности обучающихся. Лутошкин В.О., Арбузова А.А. В сборнике: Актуальные вопросы естествознания. Материалы II Межвузовской научно-практической конференции. 2017. С. 106-108.
3. Оценка возможности использования 3D-туров в обучающем процессе пожарных и спасателей. Михайлов Д.Ю., Арбузова А.А. В сборнике: Актуальные вопросы естествознания. Материалы II Межвузовской научно-практической конференции. 2017. С. 129-132.
4. Очки виртуальной реальности: отзывы покупателей и обзор. Фролова Л. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 15.02.2018. URL: <http://fb.ru/article/269668/ochki-virtualnoy-realnosti-otzyivyi-pokupateley-i-obzor>, monateka.com/article/7091/ (дата обращения: 15.02.2018).
5. Микушкин О.В., Егорова Н.Е. К вопросу о применении технологий виртуальной реальности при подготовке пожарных и спасателей // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной безопасности жизнедеятельности населения: сб. материалов IX Всероссийской научно-практической конференции (27.09.17) / Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. – Санкт-Петербург, 2017.
6. Виртуальная реальность научит, что делать во время пожара. Интернет-журнал «НЛО-Мир» [Электронный ресурс]. Дата обновления: 15.02.2018. URL: <http://nlo-mir.ru/tehnologi/53233-virtualnaja-realnost-nauchit.html> (дата обращения: 15.02.2018).
7. Микушкин О.В., Егорова Н.Е. Использование технологий виртуальной реальности при подготовке пожарных и спасателей // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны. 2016. С. 418-419.

УДК 378.147

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ПРАВОВЫХ ДИСЦИПЛИН ИНОСТРАННЫМ СЛУШАТЕЛЯМ

Н. Г. Александрова

ФГБОУ ВО Академия государственной противопожарной службы МЧС России

Статья посвящена пробелам, возникающим у преподавателей при преподавании правовых дисциплин иностранным слушателям.

Ключевые слова: обучение, иностранные слушатели, учебный процесс, практические занятия

FEATURES OF TEACHING OF LEGAL DISCIPLINES FOREIGN STUDENTS

N. G. Alexandrova

The article is devoted to the problems that teachers face when teaching legal subjects to foreign students.

Keywords: learning, foreign students, educational process and practical exercises

Формирование мировой деятельности российской высшей школы проходит под знаком роста внимания к подготовке кадрового потенциала для иностранных государств. Продиктовано это, прежде всего глубокими интеграционными процессами, идущими в мировом обществе, одним из которых является тенденция построения комплексной международной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Академия ГПС МЧС России динамично разрабатывает международную область деятельности, включая привлечение иностранных слушателей для приобретения высшего образования. 25 декабря 1973 года в Высшей инженерной пожарно-технической школе МВД СССР образован специальный факультет по работе с иностранными гражданами. С момента появления факультета в стенах Академии было подготовлено более 2 тысяч инженеров для пожарной охраны Анголы, Афганистана, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Германии, Йемена, Кубы, Монголии, Никарагуа, Чехии, Словакии и других государств. В настоящий момент выпускники факультета занимают высшие должностные посты и руководят национальными противопожарными службами ряда государств: Белоруссии, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Германии, Монголии, Кубы и других. [Официальный сайт Академии ГПС МЧС России]

Подготовка сотрудников МЧС иностранных государств является одним из направлений деятельности Академии ГПС МЧС России. Зачисление на учебу иностранных граждан производится в соответствии с контрактами, межправительственными и межведомственными соглашениями согласно требованиям нормативных и правовых актов, определяющих порядок приема иностранных граждан в высшие учебные заведения РФ.

Таким образом, современной миссией Академии является формирование качественного преподавания у иностранных слушателей, который бы демонстрировала первоклассное качество общеобразовательных услуг. На специальном факультете по работе с иностранными гражданами осуществляется профподготовка инособциалистов противопожарной службы для зарубежных государств опираясь на нормы, установленные в образовательных

учреждениях МЧС России по соответствующим спецнаправлениям: «Пожарная безопасность», «Судебная экспертиза», «Техносферная безопасность», по программам подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктуре Академии. Слушатели и курсанты специального факультета, получают знания обучаясь на очном отделении. На данный момент на факультете постигают знания 167 представителей иностранных государств, адъюнкты, слушатели и курсанты из 10 стран.

Переход на многоуровневую систему обучения, и последующие за ними новые федеральные образовательные стандарты исключили индивидуализацию обучения. В основе высшего образования лежат три столпа – аудиторная работа, внеаудиторная работа (самостоятельная работа) слушателей и курсантов, и контроль за самостоятельной работой; нет сомнений, что от оптимальной организации этих базовых составных высшего образования зависит его качество, а в итоге и высокая квалификация будущих специалистов [1].

Важное значение в обучении специалистов с высшим образованием отводится лекциям, они выполняют организующую и направляющую роль в учебном процессе. Лекция – это одна из форм организации обучения, при которой изучается новый материал, формируются новые знания и умения. При проведении этого занятия, преподаватель устно систематически и последовательно излагает материал [2]. Лекция передает современное состояние науки, законодательства и практики, а также дает возможность разобраться в наиболее трудных вопросах дисциплины [3]. Лекция связывает живыми словами преподавателя и слушателя, поэтому она обладает большим эмоциональным зарядом, вдохновляющее слово преподавателя лучше воспринимается, запоминается, вместе с ним легче усваиваются необходимые знания [4].

Считаем возможным утверждать, что значительную роль при обучении иностранных слушателей обретает именно проведение лекций. Наличие учебников, учебных и методических пособий не позволяет иностранным слушателям целиком и полностью подготовиться к экзаменам и зачетам.

Опыт обучения иностранных слушателей свидетельствует, что преимущественно проблемой, у наставника и у обучающегося является трудности прохождения лингвистических препятствий. Лектор соприкасается с проблемой, что тот способ введения информации по теме, который обычно им используется для российских слушателей, основанных на праве предметов, иностранным слушателям не совсем подходит. Большая часть иностранных слушателей неудовлетворительно владеют русским языком, и постижение теоретических аспектов некоторых юридических дисциплин кажется для них очень сложным. При проведении учебных занятий необходимо подробное конспектирование материала на специальной доске или представление его на слайдах. Нужно уделять больше внимания новым словам-терминам, коих в правовых дисциплинах очень много, с бесспорным четким произнесением этих слов. Преподаватель должен выделить время для четкого проговаривания новых терминов слушателями. Излагая материал, особенно теоретические вопросы, надо делать больше пауз, чтобы слушатели спокойно могли использовать электронный переводчик или словарь, тогда когда это необходимо и терминология вызывает трудность в понимании вопроса темы. Применяются таблицы, схемы, компьютерные технологии, мультимедийная техника. Обязательно преподаватель должен ознакомить слушателей со справочной правовой системой «Гарант» или «КонсультатПлюс», это делает более легким отбор нормативно-правовых актов, требуемых для подготовки выступлений на семинарах и решения задач на практических занятиях.

Иностранцы слушатели, особенно плохо владеющие русским языком, часто сталкиваются со сложностью при ответах устно. При проведении семинарских и практических занятий преподаватель должен действовать интуитивно, ситуационно, считаем необходимым введение письменного тестирования для данной категории слушателей.

На практике работая с иностранными слушателями, считаем обязательно нужно приготовить упражнения, ориентированные на отстающих. Если слушатель справляется с заданием, это стимулирует его в изучении дисциплины, и является хорошей практикой для недопущения вероятного возникновения апатии при изучении дисциплины, которая очень сложна в его понимании. Основной задачей преподавателя является создание комфортных и благоприятных условий изучения дисциплины.

На основании вышеизложенного, следует отметить, что учебное и методическое оснащение процесса обучения юридическим дисциплинам должно учитывать индивидуальность иностранных слушателей. В настоящее время появилась сильная потребность в учебно-методических пособиях по правовым дисциплинам, которые будут содержать словари, четкий список правовых актов с отсылкой на главы, а в некоторых случаях статьи, необходимые в решении разнообразных практических задач. Задания обязательно включать четко написанные по порядку, несложные для отработки, на самостоятельной подготовке вопросы.

Важно продолжить разработку методических путей и инновационных технологий, которые интернируясь в процессе обучения, позволят повысить качество обучения иностранных слушателей, сделать образовательный процесс разнообразным, что поспособствует познавательной активности будущих специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краткова Е.А. Сборник трудов/Е.А. Каткова. Иркутск: Изд. БГУ- ЭП, 2012, С. 45.
2. Гузев В.В. Методы и организационные формы обучения. М.: Народное образование, 2001. С. 128.
3. Арбатская Ю.В. Особенности методики преподавания на заочных формах обучения в юридическом вузе /Современные преподавания цивилистических дисциплин: материалы город. Научно-методического семинара 26 апреля 2006г./ Ю.В. Арбатская, Н.В. Васильева, Иркутск: Изд. БГУЭП, 2006, С.4.
4. Каткова Е.А. Сборник трудов/ Е.А. Каткова. Иркутск: Изд. БГУЭП, 2012, С.56.

УДК 378.147

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В ВУЗАХ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ (НА ПРИМЕРЕ АГПС МЧС РОССИИ)

Н. В. Беда
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

В данной статье выявляется ряд факторов формирования образовательной среды. Исследуется процесс становления и развития информационной образовательной среды, как подсистемы или одной из составляющих вышеназванной среды в вузах. Акцентируется вопрос о значении материально-технического обеспечения, как одного из компонентов, составляющих образовательную среду в образовательном учреждении высшего образования.

Ключевые слова: образовательная среда, информационная образовательная среда, компоненты образовательной среды, качество образования, субъекты образовательной среды

FEATURES OF FORMATION OF EDUCATIONAL ENVIRONMENTS IN HIGHER EDUCATION FIRE-TECHNICAL PROFILE (ON THE EXAMPLE OF ACADEMY OF STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA)

N. V. Beda

This article reveals a number of factors of formation of the educational environment. The process of formation and development of information educational environment as a subsystem or one of the components of the above-mentioned environment in universities is investigated. The article emphasizes the importance of material and technical support as one of the components that make up the educational environment in the educational institution of higher education.

Keywords: educational environment, information educational environment, components of educational environment, quality of education

Аспект восприятия образовательной среды ее субъектами является важным компонентом, который следует учитывать при проектировании развивающейся образовательной среды вуза, в которой проходит процесс профессионального становления как обучающихся, так и профессорско-преподавательского состава, управленческого аппарата. Помимо этих участников в процессе становления и развития образовательной среды принимают участие и непосредственно ее обеспечивают различные технические службы и другие участники. Таким образом, чем выше уровень профессиональной подготовки ее субъектов, тем выше и качество образования, качество предоставляемых услуг и комфортного восприятия данной образовательной среды.

В настоящее время достаточно активно изучается вопрос о формировании образовательной среды в различных организациях высшего образования. Для проведения анализа ее функционирования необходимо определить компоненты, влияющие на качество обучения и взаимодействия всех составляющих, вовлеченных в эту систему.

В качестве компонентов образовательной среды можно выделить: технологический, управленческий, эстетический, материально-технический, информационный. Сама образовательная среда – это система взаимодействия соответствующих элементов и факторов, которые, взаимодействуя и влияя друг на друга, формируют ее. При этом в различных организациях высшего образования есть своя специфика: технические вузы, гуманитарные, медицинские и другие.

Инструментами освоения образовательной среды являются:

- обладание когнитивными стратегиями;
- возможность решать поставленные проблемы;
- владеть технологиями взаимодействия и взаимозаменяемости;

- вовлечение в информационное пространство освоения образовательной среды;
- проявление новых форм активности в социуме;
- удовлетворенность персональным участием;
- стремление к самореализации и самообразованию.

Для эффективной работы внутри образовательной среды необходимо, чтобы данные критерии были задействованы всеми участниками образовательного и управленческого процесса. Рассмотрение образовательной среды и ее сущностных характеристик и условий, связанных с процессом взаимодействия учащихся и преподавателей позволяет охарактеризовать ее как сложную, многогранную, мобильную систему, создающую условия для карьерного роста и профессионального становления личности.

Академия ГПС МЧС России является вузом пожарно-технического профиля со своей спецификой. Образование здесь ориентировано на получение различных знаний в зависимости от форм обучения (очная, заочная, дистанционная), формированию определенных навыков и умений, которые закрепляются и оттачиваются на практических, лабораторных и других формах занятий. Помимо этого курсанты и слушатели практически постоянно вовлечены в различные организационные и другие мероприятия, где они на практике могут применить свои полученные знания и приобрести навыки, необходимые для дальнейшей успешной работы и службы. То есть уже с первого курса обучения по выбранной специальности наши курсанты имеют не только статус учащихся, но и являются сотрудниками ФПС ГПС МЧС России, имеют возможность получить образование и начать профессиональную трудовую деятельность, иметь стаж работы (выслугу). При этом важно определить, рассматривая слушателей, как одну из основной части составляющей образовательной системы вуза, их личностную ориентацию, цели, задачи, которые каждый из них ставит перед собой до поступления в вуз, во время обучения и в конце обучения перед началом своей карьеры. Также важно для взаимодействия в образовательной среде вуза учитывать, в каких образовательных средах дошкольного и школьного образования росли и обучались слушатели. Какие жизненные ориентиры были в них заложены семьей, школой, коллективом друзей и старших товарищей. Каким багажом знаний они обладают. Так как, чем выше их начальный, довузовский, уровень подготовки, тем легче им будет учиться, чем больше навыков и умений они освоили (компьютерная грамотность, физическая подготовка, знание иностранных языков, активная жизненная позиция, социальная ориентированность и другие показатели), тем легче будет им взаимодействовать с различными составляющими компонентами.

Одним из основополагающих факторов гармоничного развития и функционирования образовательной среды является воздействие личности педагогов, управленцев и самих учащихся в ходе учебного процесса. Чем выше будет заинтересованность каждого субъекта в формировании комфортной образовательной среды, тем более слаженной и успешной будет их деятельность и профессионально-направленной в освоении учебных программ.

Особенностью современного образования является информатизация, причем на всех уровнях, вследствие чего образовательная среда становится информационно-образовательной средой (ИОС), где эти свойства являются неразрывно связанными. Информационное представление образовательной среды предполагает ее преобразование в систематизированное информационное пространство, организованное, многоуровневое и упорядоченное.

Психологический аспект ИОС выражается в информационно-психологическом воздействии и во взаимодействии субъектов образования. [1].

В качестве компонентов можно выделить:

1. Материально-технический (серверы, компьютеры, локальная сеть, телекоммуникационное и проекционное оборудование).
2. Регламентный (совокупность нормативно-правовых актов и правил взаимодействия различных компонентов информационно-образовательной системы).
3. Информационный (программное обеспечение, учебно-методические материалы,

наличие сайта вуза, интранета и других электронных инструментов административной деятельности).

4. Кадровый (административный аппарат, профессорско-преподавательский состав, технические службы, учащиеся).

5. Дополнительный информационный ресурс (интернет, СМИ, телевидение, электронные библиотеки и др.)

6. Коммуникативный компонент (культурные и организационные формы информационного взаимодействия, технологии педагогического и профессионального взаимодействия).

7. Компетентностный компонент (формирование различных компетенций в соответствии с ФГОС).

8. Педагогический потенциал.

Несомненно, все рассмотренные выше компоненты играют большую роль в формировании как информационно-образовательной среды, так и образовательной среды в целом. Отдельно хочется обратить внимание на такой компонент, как материально-техническое обеспечение. С развитием современных технологий, интернет ресурсов, расширением информационного пространства качество образования несомненно улучшилось. Стало возможно учиться дистанционно с применением современных технологий, это удобно для работающих обучающихся и существенно сократило материальные затраты на размещение заочников. Но переход от заочного к заочно-дистанционному обучению проходил не совсем гладко, преподавателям и обучающимся нужно было освоить новое программное обеспечение, пройти повышение квалификации. Также нужно было оборудовать рабочее место для возможности читать лекции, проводить практические занятия и вебинары с помощью дистанционных технологий. Учебные занятия необходимо планировать, учитывая, что слушатели живут в разных часовых поясах по всей территории Российской Федерации. С точки зрения учетно-методической работы разрабатывались специальные контенты, которые включали в себя: презентации лекций, тесты различной сложности, в том числе тренировочные, для проверки знаний, задания для контрольных работ, список рекомендованной литературы для полного освоения учебных программ.

Информационно-образовательная система по своей структуре состоит из трех уровней.

Первый уровень: образовательная медиа среда, содержащая познавательные и социокультурные ресурсы общей образовательной и социальной среды, связанные с образованием, самообразованием, самостоятельной подготовкой учащихся, самостоятельным изучением различной информации, в том числе с помощью электронных библиотек. Этот уровень имеет опосредованное управление образовательной средой в вузах.

Второй уровень: педагогическая система, определяющая форму и содержание образовательной среды вуза и другие содержательные уровни информационной образовательной среды.

Третий уровень: система информационно-образовательных и электронно-образовательных ресурсов, методических ресурсов, ресурсов информационной среды, имеющих общеобразовательное значение. Этот уровень непосредственно связан с педагогической системой и образовательной средой вуза, развивается и функционирует под ее управлением.

Основная цель и задача информационной образовательной среды – возможность перехода образования на качественно иной уровень, способствующий ее всевозможному развитию, преобразованию с учетом постоянного совершенствования новых современных технологий, которые могут применяться не только в образовательной среде, но и в целом в других системах и средах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационная образовательная среда основной школы. Коротенков Ю.Г. Учебное пособие. М.-Академия Ай Ти, 2011. – с.3-5
2. Образовательная среда ВУЗА как фактор формирования общекультурных компетенций студентов. Хорват Д.А. Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. М.-2015 г. с. 15.

УДК 614

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТРЕСОУСТОЙЧИВОСТИ РУКОВОДИТЕЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

В. Ф. Тимошков, Э. Н. Донцова

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

Показаны педагогические аспекты совершенствования подготовки руководителя тушения пожара, с применением методик преодоления стрессовых состояний, в условиях боевой работы.

Ключевые слова: руководитель тушения пожара, педагогические аспекты, стрессовые состояния

PEDAGOGICAL ASPECTS OF IMPROVEMENT STRESS OF HEAD OF FIRE EXTINGUISHING

V. F. Timoshkov, E. N. Dontsova

Pedagogical aspects of improvement of training of the head of firefighting, with application of methods of overcoming of stress States, in conditions of fighting work are shown.

Key words: head of firefighting, pedagogical aspects, stressful States

В настоящее время отмечается стабильно положительная динамика в вопросах снижения количества пожаров. Это связано с новыми подходами в решении задач данного направления работы. Более качественно организованы мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций в различных отраслях жилого сектора и производственного комплекса, приводящие к возникновению возгораний. Уровень боеготовности подразделений отвечает современным вызовам оперативной обстановки. Техническое оснащение для выполнения пожаротушения, аварийно-спасательных и других неотложных работ постоянно совершенствуется. Но, в то же время необходимо отметить, что человеческий фактор по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций всегда, занимает главенствующую роль, какой бы ни была совершенной аварийно-спасательная техника, оборудование для пожаротушения и т.д. В связи с этим, роль руководителя тушения пожара (далее РТП) очень значима для положительного исхода боевой работы. РТП, как правило, владеет необходимыми знаниями и навыками по организации всего комплекса мероприятий оперативно-тактического блока. Но зачастую время на принятие решения очень ограничено. Вот здесь и проявляется способность командира действовать максимально правильно, не принимая во внимание второстепенную информацию, решая главную задачу боевой работы [1].

При экстремальных условиях в деятельности «Спасателей-пожарных» возникает чрезмерное психическое и эмоциональное напряжение, порой приводящее к стрессовому состоянию. В результате этого проявляются различные формы дестабилизации боевой работы. С этим сталкивается РТП при организации пожаротушения, спасательных и других неотложных работах. Сложные, тяжелые условия боевой работы характеризуются сильным травмирующим воздействием событий, происшествий и обстоятельств на психику и эмоциональное состояние работника. Данное воздействие проявляется, например как, мощное и однократное при угрозе взрыва, обрушении зданий и сооружений. Так же, оно бывает многократным и требующим умения работать в условиях стресса длительное время, к примеру тушение пожаров в резервуарных парках. В состоянии стресса на РТП может обрушиться душевная боль, злость, гнев, чувство вины, страх, тревога. Такая ситуация требует незамедлительных действий по приведению психики и эмоционального состояния в гармонию с ожидаемыми оперативно-тактическими действиями и преодолении душевного волнения. Использование метода саморегуляции, по повышению или снижению ритмики позволит стабилизировать напряжение, волнение, страх и выйти на уровень адекватных действий для успешной боевой работы [2].



Рис. 1. Движение ритмики в условиях преодоления стрессовых состояний

Наряду с универсальными методиками саморегуляции, есть способы, которые помогают справиться с каждой конкретной стрессовой реакцией организма, включая психолого-педагогические аспекты совершенствования подготовки РТП. Страх — это чувство, от которого избавиться практически невозможно. Чувство страха можно условно научиться «отодвигать» в масштабах планируемой боевой работы, так как определенная боязнь оберегает нас от рискованных, опасных поступков. Справиться с приступом страха можно самому, совершенствуя свои знания, умения и навыки задействовав психолого-педагогические аспекты. Для примера рассмотрим следующие простые приемы:

Таблица 1. Примеры способов саморегуляции

Действия вне боевой работы	Действия при боевой работе
Сформулировать про себя, а потом проговорить вслух о том, что вызывает страх. Если есть возможность - поделитесь своими переживаниями с окружающими людьми. Высказанный страх заметно уменьшается.	В условиях боевой работы это выражается в выполнении комплекса мероприятий при проведении разведки пожара (обозрение внешних факторов, передача информации по радиостанции, опрос присутствующих на пожаре и т.д.).
При приближении приступа страха дышать нужно неглубоко и медленно – вдыхать через рот, а выдыхать через нос. Чередуйте глубокое и нормальное дыхание до тех пор, пока не почувствуете себя лучше.	При работе в непригодной для дыхания среде в АСВ, осуществляется похожий метод дыхания.
Самое мучительное переживание при тревоге – это невозможность расслабиться. Напряжены мышцы, в голове крутятся одни и те же мысли, поэтому полезно бывает сделать несколько активных движений, физических упражнений, чтобы снять напряжение. Особенно полезны упражнения на растяжку мышц.	Осуществление движения РТП на высоту, в подвальное помещение, для контроля работы на боевых участках.
Сложные умственные операции тоже помогают снизить уровень тревоги. Попробуйте перемножать, отнимать, прибавлять, делить двузначные числа.	Организация работы оперативного штаба, сбор информации. Проведение расчетов, принятие решения о дальнейших действиях подразделений при пожаротушении.

Для совершенствования психического и эмоционального состояния руководителя тушения пожара возможно, использовать методики заблаговременного преодоления стресса. Данные методики способствуют быстрейшему нахождению и длительному удерживанию необходимого состояния. Психолого-педагогические аспекты совершенствования подготовки РТП заложены в плане-графике боевой подготовки гарнизона. Это тактико-специальные учения, деловые игры, занятия в теплодымокамере и на свежем воздухе, с аварийно-спасательным инструментом и оборудованием. Стоит отдельно выделить проведение занятий работниками, которые успешно осуществляют руководство тушением пожаров на различных объектах. Своим примером они показывают, как необходимо «отодвигать» страх и не позволять ему

сужать границы боевых действий «Спасателей-пожарных». В последнее время данный педагогический аспект претерпевает определенные изменения и очень приятно сегодня сказать РТП, что он является настоящим «Тушилой».

На основании изложенной информации можно сделать вывод о том, что качественное обучение, с учетом психолого-педагогических аспектов МЧС, способствует преодолению стресса в условиях неопределённости, дефицита времени, внезапного изменения обстановки. При организации такой работы постоянно будут выявляться новые качественные РТП – 1; 2; 3, в зависимости от масштабов гарнизона и выполняемых задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боевой Устав ОПЧС Республики Беларусь/ Приказ от 30.06.2017 № 185. С. 4-13.
2. Шойгу Ю.С. / Психология экстремальных ситуаций для пожарных и спасателей. – М.: Смысл, 2007. С. 319.

УДК 378.1

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ УЧЕБНОЙ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Е. И. Приходченко¹, Е. Б. Шевченко²

¹ГОУВПО Донецкий национальный технический университет

²ГОУВПО Академия гражданской защиты» МЧС ДНР

В статье рассмотрена проблема мотивации обучения студентов. Раскрываются понятия учебной мотивации. Приведены основные причины отсутствия желаний к обучению у студентов. Авторы предлагают ряд методов и подходов к решению проблем, способствующих развитию и повышению уровня мотивации студентов в высшем профессиональном образовании.

Ключевые слова: учебная мотивация, познавательная деятельность, учебно-профессиональные интересы

PEDAGOGICAL APPROACHES TO DEVELOPMENT OF LEARNING MOTIVATION OF STUDENTS OF HIGHER VOCATIONAL EDUCATION

K. I. Prihodchenko, E. B. Shevchenko

In the article the problem of motivation of students' training is considered. Concepts of learning motivation are revealed. The main reasons for students' lack of motivation to study are given. The authors propose a number of methods and approaches to problem-solving contributing to development and enhancement of the level of students' motivation in higher professional education.

Keywords: learning motivation, cognitive activity, learning professional interests

На сегодняшний день очень большое значение приобретает проблема подготовки и воспитания квалифицированных специалистов. Требования, которые предъявляются к выпускникам высших учебных заведений современным обществом, являются очень высокими, включающими в себя такие качества, как социальная активность, уровень профессионализма, творческий подход к работе и выполнению различных задач и обязанностей. Процесс улучшения уровня подготовки, воспитания и обучения будущих специалистов различных сфер деятельности в условиях нынешнего образования очень сложен и обусловлен несколькими важными факторами. Одним из таких является адекватность мотивации к учебной деятельности студента. Эта

мотивация должна соответствовать задачам и целям системы образования каждого учебного заведения высшего профессионального образования. Одним из самых основных аспектов в развитии будущих профессионалов являются вопросы, связанные с формированием мотивов к обучению. Эта проблема очень актуальна, поскольку современный студент теряет стимул к учебе и осуществлению учебной деятельности. Определяющим компонентом организации учебной деятельности является мотивация. Любая деятельность человека всегда вызвана потребностью. Именно потребность способствует поиску личностью предметов, которые могут удовлетворить потребность.

В последние годы в психолого-педагогической науке и практике вопросам мотивации учебной деятельности уделяется особое внимание, поскольку это влияет на качество учебной деятельности. Преобладание в среде современной молодежи внешних, прагматичных мотивов ведет к тому, что обучение приобретает формальный характер, отсутствует творческий подход, самостоятельная постановка учебных целей. Известно, что именно отрицательное или безразличное отношение к обучению может быть причиной низкой успеваемости или неуспеваемости студента [1].

В исследованиях, посвященных изучению студенческого возраста, в основном рассматриваются вопросы, связанные с возрастными и индивидуальными особенностями студентов, зависимостью их профессиональных предпочтений от индивидуально-типологических особенностей. Рассматривается также вопрос профессионализации памяти студентов. Значение учебной мотивации рассматривалось многими учеными. Одной из наиболее актуальных проблем современного образования является построение такого процесса обучения, который мог бы быть основой самосозидания мотивационной сферы студентов. Среди важнейших качеств личности современного специалиста можно выделить инициативу и ответственность, устремленность к новаторским решениям, потребность в постоянном обновлении профессиональных знаний. Общеизвестным является факт о том, что структура мотивов студента, сформированная в обучении, становится стержнем личности будущего специалиста. Итак, развитие положительных учебных мотивов – неотъемлемая составная часть воспитания личности студента.

Мотив деятельности – это порыв и желание овладеть определенным предметом потребности. Из этого следует, что мотив является предметной формой потребности. К потребностям, которые можно представить мотивом, можно отнести социальные, физические и психические. Также таковыми потребностями могут стать эмоции, интересы, идеалы, увлечения, установки и склонности каждого студента.

Все мотивы можно разделить на несколько групп:

- социальная (мотивы, направленные на стремление студента создать себе социальный статус путем обучения);
- побудительная (мотивы, которые связаны с действием на сознание студентов конкретных факторов: советов, требований и примеров родителей и преподавателей, иных членов коллективов);
- познавательная (мотивы, которые проявляются в развитии познавательных интересов и реализуются путем получения удовлетворения от процесса обучения, познания и от полученных результатов);
- профессионально-ценностная (мотивы, отражающие стремление и желание студента получать качественную профессиональную подготовку, навыки и знания по получаемой профессии, для выполнения эффективной работы в будущем в разных сферах деятельности).

Классификация мотивов к обучению у студентов очень обширная и разнообразная. В ней можно выделить несколько основных групп:

- мотивы, которые закладываются в основу учебной деятельности;
- учебно-познавательные мотивы, которые связаны с содержанием и смысловой составляющей учебной деятельности. Они побуждают студента узнавать и находить новые факты, способствуют овладению как теоретической, так и практической сторонами изучаемого вопроса. Такие мотивы побуждают студентов использовать не только обобщенные способы действий, а проникать в суть и сущность рассматриваемых явлений;

– учебные мотивы, которые связаны с образовательным процессом. Они побуждают студентов выявлять интеллектуальную активность, преодолевать трудности и препятствия, которые могут возникнуть при решении поставленных задач;

– мотивы, которые связаны с аспектами, находящимися вокруг учебной деятельности. Это социальный мотив, который отражает статус студента (как официальный, так и неофициальный) в его группе, факультете, значимость обучения для общества.

Самой важной сферой в жизнедеятельности каждого человека, в частности студента, является познавательная деятельность. Именно она формирует познавательный мотив, который в свою очередь является главным и важнейшим фактором успешного развития познавательной деятельности. Благодаря этому виду деятельности студенты могут реализовывать свои естественные потребности.

Учебная деятельность в образовательном учреждении высшего профессионального образования может быть возможно при условии наличия в ее основе мотивов, которые соответствуют непосредственным продуктам таковой деятельности, т.е. теоретическим знаниям. К такому виду мотивов можно отнести учебные и профессиональные интересы, имеющие теоретическое содержание. Если уровень развития таких интересов невысок или они отсутствуют полностью, студент в учебной деятельности руководствуется иными мотивами, в частности желанием получить диплом о высшем профессиональном образовании. В этом случае студенты не имеют психологической основы и мотивации для активного развития качественной учебно-профессиональной деятельности. Поэтому активность студента, направленная на овладение способами теоретического анализа профессиональных знаний, является главной на данном этапе развития его личности [2].

Под познавательными интересами понимают совокупность мотивов, которые связаны со смыслом и содержанием образовательного процесса. Они способствуют овладению способами и методами конкретной деятельности. Целью учебно-познавательных мотивов является изучение способов овладения знаниями. В формировании студента как субъекта обучения положительную роль играют именно учебно-познавательные мотивы, побуждающие его к учебной деятельности. На сегодняшний день психологи, педагоги и ученые придают все большее значение роли положительного и осмысленного отношения студентов к учебе и образовательному процессу для обеспечения высокого уровня овладения навыками, знаниями и умениями. При этом выявлено, что высокая позитивная мотивированность может играть роль компенсирующего фактора в случае недостаточных учебных способностей, но в обратном направлении этот фактор не срабатывает. Высокий уровень учебных способностей не может компенсировать отсутствие учебного мотива, не может привести к значительным успехам в учебе.

Деятельность необходимо мотивировать несколькими мотивами. При этом обязательным условием является распределение важности и главенства мотивов. Необходимо выделить главный и второстепенные. В рамках учебной деятельности главный мотив для студента – это учебно-познавательный интерес. Соблюдение данного требования приведет к эффективности учебной деятельности.

На сегодняшний день в психологии использование термина мотивации происходит в двояком смысле – диспозиционном и ситуационном. С одной стороны - это определение совокупности факторов, которые детерминируют поведение. К ним относят цели, стремления, мотивы, намерения, потребности. С другой стороны – это характеристика процесса, целью которого является стимулирование и поддержка активности поведения на конкретном уровне. Активизация диспозиции может происходить в результате влияния определенных ситуаций. В то же время, вследствие активизации конкретных диспозиций изменяются некоторые ситуации (или восприятия их субъектами).

Мотивация является циклическим замкнутым процессом постоянного непрерывного взаимодействия и преобразования. В ходе этого процесса происходит взаимодействие между субъектом и ситуацией, в результате которого формируется реально прослеживаемое поведение. С помощью мотивации можно пояснить целенаправленность действий и поведения, систематич-

ность и устойчивость всей деятельности и работы, которая направлена на достижение конкретных целей.

Составляющими мотивации обучения являются несколько регулярно изменяющихся побуждений, которые связаны между собой. Исходя из этого, формирование мотивации представляет собой не просто рост и увеличение положительного отношения к процессу обучения (или же уменьшение, усугубление отрицательного), а развитие и усовершенствование структуры сферы мотивации, побуждений.

Учебная мотивация студентов зависит от групп факторов, которые и определяют ее специфику: объект или цель учебного взаимодействия; интересы коммуникатора (студента); интересы другого человека или общества в целом.

Одной из проблем оптимизации учебно-познавательной деятельности студентов является изучение вопросов, связанных с мотивацией обучения. Это определяется тем, что в системе «обучающий – обучаемый» студент является не только объектом управления этой системы, но и субъектом деятельности, к анализу учебной деятельности которого в вузе нельзя подходить односторонне, обращая внимание лишь на «технологию» учебного процесса, не учитывая мотивацию. Как доказывают многочисленные социально-психологические исследования, мотивация учебной деятельности неоднородна, зависит от индивидуальных особенностей студентов, уровня развития студенческого коллектива и тому подобное. С другой стороны, мотивация поведения человека, выступая как психическое явление, всегда является отражением взглядов, ценностных ориентаций, установок того социального слоя (группы, общности), представителем которого он является.

Разновидностью мотивации является учебная мотивация. Она относится к определенной деятельности, конкретно к учебной деятельности. Определены следующие специфические признаки учебной мотивации в зависимости от указанного вида деятельности:

- 1) самой образовательной системой, образовательным учреждением;
- 2) организацией образовательного процесса;
- 3) субъективными особенностями студента;
- 4) субъективными особенностями педагога и, прежде всего, системы его отношений к студенту и предмета преподавания;
- 5) спецификой учебного предмета.

Возможность проявления в учебном процессе умственной самостоятельности, творческой инициативности является необходимым условием, способствующим созданию у обучаемых учебной мотивации. Для повышения заинтересованности студента в предмете, необходимо активно использовать различные методы и формы обучения. Основным методом, способствующим формированию и развитию интереса к процессу образования, является применение заданий, вопросов, задач, в ходе решения которых студентам необходимо активно заниматься поисковой и исследовательской деятельностью и работой.

Необходимо стараться использовать разнообразный учебный материал, формы и способы работы. Для обеспечения разнообразия можно использовать несколько подходов: ознакомление студентов при обучении с новыми, не изучаемыми ранее объектами и вопросами; поиск и открытие новых аспектов и сторон в одном и том же вопросе или объекте. Широкое распространение имеет такой метод развития учебной мотивации, как «отчуждение». Он заключается в демонстрации возможности изучения и открытия новых, важных фактов в обыденных и привычных вещах. Самой важной и главной предпосылкой появления познавательного интереса является новизна материала. При этом, изучение нового материала должно опираться на основательные, систематизированные знания, которые формируют мировоззрение студентов. Необходимым условием для появления интереса принято считать использование знаний, полученных и усвоенных раньше. Существенный фактор формирования учебной мотивации – эмоциональная окраска содержания обучения, живое слово педагога [3]. На психологию нынешних студентов оказали большое влияние современные социальные явления и факторы. Молодые люди привыкли получать и воспринимать эмоциональную информацию из различных источников (телевидение, интернет), а потому многие из них воспринимают академический стиль изложения

и преподавания как анахронизм. Студенческая аудитория с легкостью может сочетать эмоциональное с умственным.

Рассмотрим некоторые практические эмоциональные приемы, которые целесообразно использовать в процессе преподавания. Прямое включение предполагает отказ от растянутого вступления или отступления, если слушатели уже достаточно хорошо знакомы с предметом разговора, следует начинаться с главного. Использование приема «неожиданного»: представить по ходу чтения лекции неожиданную и неизвестную информацию, а также объемные, рельефные формы ее изложения. В начале лекции эффективным может стать яркий, образный пример. Применение элемента неформальности. Учитывая предмет обсуждения, расскажите о собственных ошибках, заблуждениях, предрассудки и их последствия. Лектор может продемонстрировать, каким образом ему удалось избежать одностороннего подхода к этой или подобной проблеме и найти новое решение ее. Элементы драматизации: наглядно и восторженно, сознательно драматизируя, изображать события, которые обогащают тему выступления так, чтобы слушатели смогли отождествлять себя с действующими лицами и жизненной ситуацией. Использование гиперболы, чтобы заострить внимание аудитории. Это поможет выявить причинно-следственные и условно-следственные взаимосвязи между событиями, процессами и поведением людей. Однако, не стоит забывать четко изложить научную позицию по определенной проблеме. Прием апелляции к авторитету используют для поддержания правоты собственного мнения, ссылки на авторитет науки, авторитет слушателей и исторический, политический, жизненный, преподавательский опыт. Прием провокации предусматривает краткосрочный вызов в слушателе реакции несогласия с информацией, излагается, чтобы подготовить аудиторию к восприятию конструктивных выводов, уточнению мысли. Полезный прием побуждения студентов к принятию решения. Стоит ознакомить слушателей со всеми аргументами «за» и «против» любой мысли, концепции, идеи. После сопоставления всех аргументов найти верное решение проблемы с помощью сократического диалога, активных методов (мозговой штурм, дискуссия и др.). Эти и подобные приемы способствуют формированию учебной мотивации студентов, потому что студенты могут проявить себя в продуктивной познавательной деятельности, испытывают личностное значение учебного материала, лишены прямого авторитарного влияния педагога.

Таким образом, изучив проблему мотивации к обучению и профессиональному развитию стоит отметить, что возможностей и технологий для повышения мотивации существует множество, но универсальной и мгновенной нет. Многие факторы влияют на побуждение конкретного студента к труду и обучению: интерес к предмету, восприятие его полноценности, общее желание выполнять поставленные задачи, уверенность в себе и чувство собственного достоинства, так же, как терпение и настойчивость. И, конечно, не все студенты мотивированы одинаковыми ценностями, потребностями, желаниями. Некоторые будут мотивированы одобрением других, другие – преодолением проблем. Поэтому каждому педагогу нужно помнить главное: преподаватель высшего учебного заведения должен развивать у студентов чувство уверенности и успешности, устанавливать тяжелые, но достижимые цели, создавать атмосферу конкуренции, регулировать подбор задач так, чтобы постоянно поддерживать оптимальную мотивацию к использованию своего потенциала в области побуждения студентов к обучению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бибрих, Р.Р. Особенности мотивации и целеобразования в учебной деятельности студентов младших курсов / Р.Р. Бибрих, И.А. Васильева // Вестник МГУ. Серия 14. Психология. – 1987. – №2.
2. Бондарчук, Е.И. Основы психологии и педагогики / Е.И. Бондарчук, Л. Бондарчук / : Курс лекций. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : МАУП, 2001.
3. Реан, А.А. О ценностно-мотивационной сфере студентов- универсантов /А.А. Реан, Т.В. Андреева, Н.Н. Киреева и др. // Ананьевские чтения – 99: Тезисы научно-практической конференции. – СПб., 1999.

УДК 378.147

**ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН
В НЕГУМАНИТАРНОМ ВУЗЕ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕПОДАВАНИЯ
ДИСЦИПЛИНЫ «ПСИХОЛОГИЯ И ПЕДАГОГИКА» В АГПС МЧС РОССИИ)**

И. В. Иванихина¹, Е. С. Веденина²

¹ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

²ФГБОУ ВО Государственный академический университет гуманитарных наук

В статье описывается важность роли гуманитарных дисциплин для организации полипрофессионального взаимодействия специалистов. Описан ряд проблем преподавания цикла психологических дисциплин, выявлены системные основания возникающих трудностей. Предложен ряд мероприятий, позволяющих усовершенствовать подготовку специалистов в учебных заведениях системы МЧС России.

Ключевые слова: образовательный процесс, общекультурные компетенции, навыки освоения гуманитарного текста, мотивация, профессиональная терминология

**PROBLEMS OF TEACHING THE HUMANITIES IN NON-HUMANITARIAN
UNIVERSITIES (ON THE EXAMPLE OF TEACHING OF DISCIPLINE "PSYCHOLOGY
AND PEDAGOGY" IN THE ACADEMY OF STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF
RUSSIA)**

I. V. Ivanikhina, E. S. Vedenina

The article describes the importance of the role of Humanities for the organization of professional interaction of specialists. A number of problems of teaching a cycle of psychological disciplines are described, the system grounds of arising difficulties are revealed. A number of measures are proposed to improve the training of specialists in educational institutions of the Russian emergencies Ministry system.

Keywords: educational process, general cultural competences, skills of mastering humanitarian text, motivation, professional terminology

Достаточно часто приходится сталкиваться с обсуждением проблематики преподавания истории, философии, социологии в различных технических вузах. Можно много говорить о том, что вуз должен формировать общекультурные компетенции, научное мировоззрение, всесторонне развитого и высококультурного специалиста. В современном обществе широкий кругозор, развитый интеллект, ориентировка в реалиях современного общества действительно являются залогом профессионального успеха. Однако задача вуза – прежде всего, дать подробные знания, сформировать умения и навыки именно в профессиональной области, и на подготовку по непрофильным предметам, – таким как философия, ряд гуманитарных дисциплин, – у учащихся не хватает ни времени, ни сил. А ведь специалисты, в том числе экстремальных служб, работающие для людей и с людьми, но не имеющие представления о предметных смыслах и тенденциях развития личности и общества, приходят к механистическому выполнению своих профессиональных действий и, в итоге, к обесмысливанию в их глазах самой деятельности.

В течение ряда лет преподавания дисциплины «Психология и педагогика» курсантам 3 года обучения преподавателям приходится сталкиваться с различными проблемами в препода-

давании. Это, прежде всего, нежелание глубоко и серьезно относиться к гуманитарной проблематике, при внешне выраженном интересе, непроработанные темы докладов, рефератов и курсовых работ, отношение курсантов к дисциплине как к легкому предмету, к развлечению и, что греха таить, не всегда уважительное отношение к гуманитарной дисциплине руководителей технического вуза. Можно списать эти проблемы на особенности учебного заведения, установки отдельных руководителей, методические навыки преподавателя, индивидуальные особенности слушателей. Однако аналогичный опыт коллег, преподающих философию, культурологию и другие гуманитарные дисциплины, заставляет задуматься о более общих основаниях данных проблем, а ряд статей [1,2] демонстрируют некоторые из этих оснований и намекают пути решения данных проблем с методической точки зрения. Однако есть и более глубокие проблемы, с трудом поддающиеся решению силами специалистов высшего образования.

Мы приступаем к обучению дисциплине «Психология и педагогика» в начале третьего курса, в целом дисциплина подразумевает 108 часов, включая большой объем самостоятельной работы. Фактически мы имеем 22 часа лекций, чуть больше практических занятий, курсовую работу и зачет с оценкой. Казалось бы, не такой уж маленький объем занятий. Однако он подразумевает самостоятельную работу: чтение хотя бы отрывков из литературы (в нашем прекрасном педагогическом представлении – первоисточников), а также формирование отношения к той или иной проблеме, для чего требуются минимальные навыки анализа текста. Однако такие навыки отсутствуют у большинства курсантов. Зачастую, делая доклад, учащиеся спотыкаются на простейших терминах, таких, как «гипотеза», «адекватный», и т.п. С чем это может быть связано? Очевидно, не столько с низким в целом культурным уровнем, сколько с недостатком навыков систематического чтения текстов гуманитарной и социальной направленности. И не только чтения. У трех четвертей курсантов отсутствует способность доходчиво и грамотно выстроить аргументацию своего ответа по дисциплине. Это подтверждают результаты самостоятельной работы, в ходе которой необходимо было обосновать свою точку зрения по ряду проблемных вопросов психологии или критически отнестись к высказываниям из других источников. Удовлетворительные развернутые ответы дают два-три человека из двадцати пяти. Более того, распространилась практика «взаимопомощи», когда кто-либо отвечает на проблемные вопросы и сбрасывает в Интернет, а прочие берут данный ответ и лишь слегка его видоизменяют, представляя преподавателю. То есть не принимается сама мыслительная задача. Мы наблюдаем как отсутствие навыков освоения текста, так и недостаток мотивации обучения данной дисциплине. Представляется, что проблемы эти не являются методическими, а носят системный характер.

Ранняя специализация на физико-математические, химико-биологические, социально-экономические и гуманитарные (языки и литература) классы старшей школы, с различными программами обучения, «натаскивание» для подготовки и сдачи ЕГЭ – принцип существования школы сегодня. Для ученика это значительная психоэмоциональная нагрузка, поскольку от результатов ЕГЭ зависит поступление (или непоступление) в вуз и будущая карьера. Даже для хорошо успевающего ученика физико-математической специализации (а для поступления в Академию необходимо сдавать ЕГЭ именно по математике и физике) в процессе подготовки максимум времени занимает решение задач, что в принципе не дает возможности отвлечься на подробное освоение гуманитарной составляющей. Кроме того, наш абитуриент активно занимается физподготовкой, по которой проходит вступительное испытание уже в Академии. То есть, в течение двух лет, наиболее важных для формирования человека как личности и как гражданина, члена социума, ему практически не приходится сталкиваться с развернутыми и доказательными гуманитарными текстами. А тех навыков, которые были получены в 5-9 клас-

сах, недостаточно, и они просто затухают, теряются. И это не специфика вуза. Такая же ситуация – у учащихся, например, социально-экономических классов, которые отсиживают на одном уроке физики в неделю, получая самые поверхностные представления о предмете, и идут заниматься с репетитором по истории и обществознанию.

К сожалению, вузовское образование лишь углубляет разрыв между специалистами различных направлений. А ведь действовать специалисту, руководителю, офицеру придется, налаживая взаимоотношения и совместную работу не только в своем коллективе, но и с представителями различных специальностей, и с ними необходимо взаимодействовать осознанно, принимая во внимание особенности профессионального мышления этих специалистов. Проблема это не новая, о ней еще в 70-80-х гг. прошлого века предупреждали социологи и философы. «Сегодня в процессе эксплуатации созданных нами технических систем ... мы постоянно сталкиваемся с такими задачами и заданиями, решение которых ... требует участия в работе большого коллектива, составленного из представителей разных профессий, разных научных дисциплин и предметов. Однако соорганизация их всех в одну работающую систему оказывается, как правило, невозможной: профессионально и предметно организованное мышление каждого ставит этому труднопреодолимые преграды... предметное мышление каждого, замкнутое на свою профессиональную работу, не стыкуется и не соорганизуется с предметным мышлением других, не входит в комплекс полипредметного и полипрофессионального мышления, которое здесь необходимо [3].

Да, «специалист подобен флюсу: полнота его односторонняя», и последствием слишком ранней специализации школьного образования являются выпускники, неспособные не то, что налаживать совместную работу, а просто поддержать разговор с представителем другого класса специализации. Нет общего языка, понимания. В частности, методически эта проблема выражается в том, что учащиеся с трудом принимают критерии оценки ответа, особенно в творческих – проблемных, кейсовых заданиях. Для специалиста физико-математической специализации естественной является ситуация математической логики и единственного точного ответа и неприемлемы многообразие, оценочность и неоднозначность знания. Гуманитарий естественно принимает многовариантность ситуации, многовариантность ответа. Для примера приведем один случай из практики преподавания дисциплины «Психология управления» в группе старшего командного состава. После того, как слушатели получили ряд сведений о конфликтах в управленческих коллективах, ими был задан вопрос «Можно ли получить утвержденную инструкцию или алгоритм, как разрешать случаи конфликтов в коллективе?» Данные термины (инструкция, алгоритм) применительно к ситуации делового общения сразу задают подход к подчиненным как к «вещам» или «механизмам», использование которых может быть определено инструкцией, то есть технократическую или даже манипулятивную парадигму делового общения. Естественно, последующую часть занятия преподаватель посвятил объяснению слов «инструкция» и «алгоритм» и их малой применимости в сфере человеческих взаимоотношений, различным подходам к разрешению ситуаций и необходимости осознанного применения индивидуальных мер в каждом конкретном случае.

Еще один проблемный пункт – язык гуманитарных наук, с его сложной профессиональной терминологией, которая зачастую затрудняет чтение даже учебной, не говоря уж научной литературы по дисциплине. В ходе занятий, безусловно, любые специальные термины должны быть пояснены с приведением примеров, но без необходимости вводит термины, которыми в будущем слушатели не воспользуются, не следует.

Второй значимой проблемой, как мы уже отметили, является отсутствие мотивации к изучению теоретического материала гуманитарных наук, непонимание, зачем это нужно, «в какой угол мозга положить эти знания». С одной стороны, курсантам интересна психологическая дисциплина, с ее популярно-прикладной точки зрения. Однако засилие ненаучной инфор-

мации, штампов и стереотипов, которые необходимо преодолевать, затрудняет подачу психологических знаний, а необходимость такого раздела дисциплины, как педагогика, приходится специально обосновывать - необходимостью обучения подчиненных в будущем, возможностями саморазвития, будущей семейной ситуацией, наконец. В целом, вводная часть каждой лекции по дисциплине, как представляется, должна быть посвящена особенностям применения данного знания, как в профессиональной сфере, так и в сфере развития личности.

Большой интерес вызывает дисциплина «Экстремальная психология», как относящаяся к будущей профессиональной деятельности. Однако реально оценить значимость психологических знаний учащиеся 3 курса не могут, поскольку практического опыта участия в ликвидации ЧС и тушения пожаров они еще не имеют. В этом отношении более заинтересованными являются учащиеся заочной формы обучения – пожарные практики, которые на собственном опыте знают ситуации, в которых могут помочь психологические знания и умения.

Решение данных проблем лежит в плоскости совершенствования образовательной системы в целом. В частности, как в школе, так и в вузе необходимо введение проектной деятельности, причем в вузе в ходе разработки проектов должны решаться практические задачи комплексного взаимодействия специалистов различных предметных областей. К примеру, в Академии в настоящий момент проводятся командно-штабные учения, в ходе которых решаются задачи работы штаба по ликвидации масштабного ЧС и взаимодействия различных служб, однако отсутствует имитация взаимодействия с медиками, психологами, коммунальными службами, иными гражданскими специалистами. Такого рода учения проводятся в ходе обучения однократно на выпускном пятом курсе. Представляется необходимым шире вводить имитационные игры различного формата в практику образовательного процесса, ставить комплексные задачи, решение которых лежит на стыке современных технических и гуманитарных знаний. В такого рода играх должны принимать участие представители различных кафедр вуза, что требует серьезной перестройки образовательного процесса. Это позволит сформировать мотивационный контур освоения гуманитарных знаний и будет способствовать выработке стратегий взаимодействия специалистов технической и гуманитарной сферы деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опыт преподавания философии в негуманитарном вузе. Старостин В.П. //История, политология, социология, философия: теоретические и практические аспекты: сб.ст.по матер.3-4 международной научно-практической конф.№3-4(2).- Новосибирск: СибАК, 2017. – с.116-119
2. Специфика преподавания гуманитарных дисциплин в техническом вузе. Матисов С.К., Худолей С.С. // Материалы 77-й международной научно-технической конференции ААИ. Секция 14. «Развитие образовательного процесса на основе современной системы интерактивного обучения в условиях модернизации образования. – с. 315-318.
3. Г.П.Щедровицкий. Организационно-деятельностная игра как новая форма организации и метод развития коллективной мыследеятельности.//Избранные труды. М., 1995. – с. 114-134.

УДК 372.1

ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ТРУДНОСТЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

В. Л. Шимитило, Т. В. Усачева
ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

Показаны основные недостатки математической подготовки в средней школе и рекомендованы пути преодоления возникающих трудностей при обучении в высшей школе с использованием интерактивных методов на занятиях.

Ключевые слова: интегральное исчисление, интерактивное обучение, синквейн

WAYS OF OVERCOMING DIFFICULTIES IN THE STUDY OF INTEGRAL CALCULUS

V. L. Shimitilo, T. V. Usacheva

Showing the main shortcomings of mathematical training in high school and recommended ways to overcome difficulties in learning in high school using interactive methods.

Keywords: integral calculus, online training, cinquain

В настоящее время происходит совершенствование образовательных программ высшего образования в АГЗ МЧС РФ. Это совершенствование естественным образом затрагивает и курс высшей математики, в котором изучаются такие разделы высшей математики как дифференциальное и интегральное исчисления. Используя анализ учебного процесса за последние годы можно сказать, что наиболее сложным из них является раздел интегрального исчисления.

Отступим от настоящего времени и переместимся на один век назад. Еще в 1914 году известный математик Эмиль Борель говорил, что математика, преподаваемая в нашей школе, есть лишь схоластический пережиток, тогда как миром правит совершенно иная математика, и лишь очень малому числу избранных дано восторгаться гордой мощью этой математики. Говоря о «другой математике», Борель имел в виду, прежде всего дифференциальное и интегральное исчисление, и настаивал на том, что учения, связанные «с четырьмя великими именами: Галилея, Декарта, Ньютона и Лейбница», должны занять в средней школе подобающее им место [1].

Вернемся в наше время. Что же происходит в современной средней школе? Каким недостаткам она подвержена? Какие трудности испытывают выпускники школы? Приведем лишь некоторые из них.

Большая часть школьников с трудом может сказать определение, доказать теорему, сформулировать постановку задачи.

Лишь малая часть выпускников имеет развитый навык преобразования алгебраических выражений, хотя без алгебраических преобразований нельзя изучать высшую математику.

Школьный курс геометрии остается самым проблемным, хотя именно он способствует развитию логики и интуиции. Некоторые учителя просто уроки геометрии заменяют на уроки алгебры. А что потом? Студент не может нарисовать прямую, изобразить точку, зная ее координаты, нарисовать вектора и уж тем более найти угол между ними. А ведь скалярное произведение входит в школьную программу.

Введенное в нашей стране ЕГЭ, не может отследить принцип преемственности на этапе перехода из школы в вуз. На этом этапе очень важным становится готовность к самостоятельному овладению новыми знаниями, умение применять теоретические знания, полученные на лекциях, к решению практических задач, способность обучаться без ежедневного контроля со стороны родителей и педагогов.

Отсутствие этой преемственности, наблюдаемое в формах и методах работы при переходе из школы и вуз, создает препятствие для взаимопонимания студентов и преподавателей. Вследствие этого процесс обучения перестает носить характер диалога, который очень необходим для эффективного усвоения знаний, и переходит в монолог. С психологической точки зрения все это ведет к тому, что часть прилежных, старательных курсантов и студентов теряет веру в свои силы.

Отсутствие преемственности является также одной из существенных причин низкого уровня знаний обучаемых и плохой успеваемости по математике в первом семестре на первом курсе.

Изучение курса математического анализа в высшей школе невозможно без крепкой опоры на знания, полученные учащимися по началам математического анализа в средней школе. Студенты и курсанты первых курсов, имеющие пробелы по каким-либо разделам из школьной программы по математике, испытывают очень заметные трудности в усвоении вузовской программы по математике, так как она предполагает свободное владение школьным материалом.

В средней школе очень мало внимания уделяется рисованию графиков элементарных функций и изучению поведения этих и других функций с использованием дифференциального исчисления. Плохое знание производной в дальнейшем приводит к неудовлетворительным знаниям и в интегральном исчислении.

Как известно умение брать производную подчинено четким правилам дифференцирования, в связи с этим возможно построение четкого алгоритма взятия производной от любой функции. Взятие интеграла - это уже «искусство» и «творчество». Умение увидеть многоходовые комбинации, распознавать наиболее удобные методы замены переменных, подходящие для вычисления того или иного интеграла, становится искусством. Очень важным является умение работать с многочленами, определять их степень, раскладывать на множители, используя формулы сокращенного умножения, делать алгебраические или тригонометрические преобразования, которые базируются на знании большого количества школьных формул. Очень сложными для понимания и запоминания являются тригонометрические формулы.

В связи с этим существует ряд объективных причин, которые затрудняют изучение раздела «Первообразная и интеграл» в курсе высшей математики нашей академии, который читается во втором семестре первого курса.

Основными причинами, которые тормозят изучение интегрального исчисления, являются следующие факторы.

1. Весь упор в 10 и 11 классах средней школы приходится на решение и штудирование материалов ЕГЭ, учеников просто «натаскивают» на решение типовых задач, которые дают возможность набрать минимальный проходной балл для поступления в высшее учебное заведение и, как правило, изучив многолетний опыт, многие учителя просто игнорируют тему «Первообразная и интеграл». В связи с этим у многих курсантов и студентов весьма слабое представление об интеграле, а у некоторых оно вообще отсутствует, знак интеграла, они видят впервые в жизни.

2. Набор абитуриентов нужного уровня на инженерные специальности (ИФ) оставляет желать лучшего, так как основная масса имеет минимальный проходной балл по математике, а именно 27 баллов. В результате 2 семестр первого курса для них становится, как правило, определяющим, так как неумение работать самостоятельно, плохая школьная база знаний многих приводит к отчислению за неуспеваемость. Немного лучше положение дел у КИФа, так как, поступая на курсантский факультет, ребята проходят двойное «сито» отбора, кроме немного повышенного бала ЕГЭ они еще сдают вступительный экзамен по математике.

3. Переход на двухуровневое образование (Болонская система) так же внес свои коррективы, в связи с этим сократилось, число часов на изучение курса математического анализа и в результате увеличилась интенсивность обучения. Преподаватель читает большой лекционный материал, распределяя его на малое количество лекций и в результате раздел «Первообразная и интеграл» чрезвычайно сконцентрирован, что приводит к тому, что студенты и курсанты просто не успевают усвоить данный раздел.

4. Основной проблемой на курсантском факультете является нехватка времени, как раз во втором семестре, когда изучается данная тема. Нельзя изучить математику, глядя, как это делает «сосед». Так как любой навык требует закрепления, а при изучении интегралов еще необходима и творческая составляющая, которая приобретается при многократном взятии большого количества примеров, при этом фактор времени очень существенен. У курсантов времени катастрофически не хватает.

Таким образом, чтобы студенты и курсанты могли успешно освоить курс интегрального исчисления в вузе, необходима существенная корректировка их математической подготовки в школе и активизация их деятельности, а так же повышение мотивации к изучению данного раздела.

Какие есть пути преодоления данных трудностей? Рассмотрим некоторые из них.

1. Введение в первом семестре в учебные планы так называемых курсов выравнивания по математике. Это занятия, которые проводятся дополнительно к основным занятиям. Их содержание должно быть ориентировано на знания, умения и навыки необходимые для выпускников средней школы, для последующей успешной профессиональной подготовки. Так как неумение читать графики функций, отсутствие систематизированных знаний об элементарных свойствах функций затрудняет изучение математического анализа, и в частности раздела «Интегрирование функций одной переменной». А неумение работать с дробями, проводить элементарные арифметические действия над ними затрудняет изучение любого раздела математики.

2. В процессе воспитания творческой активности и инициативы студентов (курсантов) должны использоваться современные инновационные методы и технологии обучения, что предполагает внедрять в учебный процесс интерактивные формы обучения. При использовании активных и интерактивных форм обучения повышается эффективность работы преподавателя со студентом (курсантом), осуществляется работа в малых группах или во всем коллективе в целом.

Дадим понятие активного метода обучения. Это форма взаимодействия студентов (курсантов) и преподавателя, при которой они взаимодействуют друг с другом в ходе проведения занятия. При этом и студенты (и курсанты) здесь не пассивные слушатели, а активные участники, студенты (курсанты) и преподаватель находятся на равных правах [2]. Если пассивные методы предполагали авторитарный стиль взаимодействия, то активные больше предполагают демократический стиль. Между активными и интерактивными методами можно поставить знак равенства, однако, несмотря на общность, они имеют некоторые различия. Интерактивные методы обучения можно рассматривать как наиболее современную форму активных методов обучения.

Интерактивное обучение - это обучение, погружённое в обучение и во взаимодействие. Главное достоинство интерактивного обучения заключается в постоянном взаимодействии педагога и обучающегося. Такое взаимодействие позволяет всем активно участвовать в образовательном процессе, свободно, не боясь и не стесняясь высказывать свое мнение и анализировать свои решения, получать обратную связь не только от преподавателя, но и от своих товарищей, от одноклассников, облегчать процесс запоминания новой информации. Интерактивные методы позволяют развивать у обучаемых интеллектуальные способности, аналитическое мышление, формировать ответственность за принятие собственного решения. Интерактивное обучение является актуальным на данный момент, оно позволяет формировать коммуникативные компетенции учащихся, оно позволяет осуществлять педагогическую взаимосвязь на уровне субъектных отношений, при этом активизируя познавательную и профессиональную деятельность участников данного образовательного процесса. Так же основным достоинством данного метода является то, что его можно осуществить на любом этапе и в любое время изучения темы.

В зависимости от уровня подготовленности группы, содержания материала, можно использовать различные методы интерактивного обучения.

В частности, на занятиях по разделу «Интегрирование функций одной переменной» самыми распространёнными методами интерактивного обучения являются: мозговой штурм, кластер, синквейн.

Мозговой штурм - метод оперативного, быстрого решения задачи на основе стимуляции творческой активности обучающихся, которые в нем принимают участие и предлагают свои разнообразные, пород даже абсурдные, варианты решения поставленной задачи. Сущность метода заключается в том, чтобы отобрать группу обучающихся, и разделить ее на 2 подгруппы. Одна из них генерирует, воздает идеи, другая их анализирует. Критика при этом методе запрещается. Идея большинства будет считаться правильной.

Данный метод широко применяется на обзорных занятиях по теме №9 «Первообразная и неопределенный интеграл», когда объём материала уже накоплен и разобраны все методы взятия неопределенных интегралов, которые прописаны в тематическом плане. Это своего рода подготовка к контрольной работе по данной теме.

Кластер - это способ графической ориентации материала, который позволяет сделать наглядными мыслительные процессы, происходящие при погружении в ту или иную тему.

Данный метод так же широко используется на практических и лекционных занятиях по теме №9 «Первообразная и неопределенный интеграл» при составлении кратких план-конспектов, где информация преподносится в виде таблиц, блоков, между которыми устанавливаются связи.

При составлении синквейна от обучающегося требуется в кратких выражениях резюмировать учебный материал, что позволяет рефлексировать по какому-либо поводу.

На практическом занятии №7 «Интегрирование рациональных функций» по теме №9 «Первообразная и неопределенный интеграл» курсантами, после изучения данной темы, был составлен следующий синквейн:

1. Функция вида

$$P_n(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n \quad (1)$$

где n - натуральное число, a_i ($i=0, 1, \dots, n$) - постоянные коэффициенты, называется многочленом (или целой рациональной функцией). Число n называется степенью многочлена.

2. Данный многочлен раскладывают на множители, при этом находят корни многочлена, которые могут быть как действительные, так и комплексные.

Корнем многочлена (1) называется такое значение x_0 (вообще говоря, комплексное) переменной x , при котором многочлен обращается в нуль, т. е. $P_n(x_0)=0$.

3. Если получены действительные корни многочлена, то при взятии неопределенного интеграла используют метод неопределенных коэффициентов. Если получены комплексные корни, то производят выделение полного квадрата из данного многочлена, а затем используют замену переменных для вычисления интеграла.

Вывод: выбор метода интегрирования рациональных функций, стоящей под интегралом, зависит от многочлена, находящегося в знаменателе дробно-рациональной функции.

Приведенный синквейн представляет собой небольшой алгоритм исследования взятия интеграла от рациональной функции. Возможно, синквейны по математике не всегда отличаются изяществом и полному соответствию французскому пятистишью, но, тем не менее, данный метод достаточно широко применяется на практических занятиях, так как он развивает творческий подход к обучению и дает широкое поле деятельности для дискуссии.

Резюмируя сказанное, приходим к соответствующему выводу, что разумное сочетание активных и интерактивных методов обучения на лекционных и практических занятиях по высшей математике, при изучении курса интегрального исчисления в первом семестре, повышают творческую активность в изучении данной темы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрявцев Л.Д. Современная математика и ее преподавание. – М.: Наука. 1985. С. 240.
2. Ногин В.Д. Математика в техническом вузе: проблемы и перспективы. СПб. 2001. С. 253-261.

УДК 614.849

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ТРЕНИРОВОК
С ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКАМИ В ЗАДЫМЛЯЕМОМ МОДУЛЕ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА
ПОДГОТОВКИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ**

С. Н. Никишов, М. О. Баканов
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В работе представлены рациональные способы проведения тренировок с газодымозащитниками в зависимости от уровня профессиональной подготовленности.

Ключевые слова: газодымозащитник, звено ГДЗС, тренировка

**DEVELOPMENT OF METHODS OF CARRYING OUT TRAINERS WITH GAS
DETECTORS IN THE REJECTABLE MODULE OF A MULTIFUNCTIONAL
TRAINING COMPLEX FOR PREPARATION OF GAS DETECTORS**

S. N. Nikishov, M. O. Bakanov

The paper presents rational ways of conducting trainings with gas defenders, depending on the level of professional preparedness.

Key words: gas defender, GDZS link, training

Деятельность газодымозащитников связана с работой в условиях, которые носят экстремальный характер и требуют проявления высокого уровня профессиональной и психофизической подготовленности, в связи с чем требуется постоянное совершенствование навыков работ в экстремальных условиях [1]. Для этих целей с газодымозащитниками проводятся регулярные тренировочные занятия. Наиболее эффективными являются тренировки в учебно-тренировочных комплексах (далее УТК), которые позволяют отрабатывать полученные знания в условиях максимально приближенных к реальным [4].

Для организации и проведения тренировочных занятий с обучающимися ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России в целях совершенствования практических навыков работы в СИЗОД, используются такие УТК, как ТДК ПТС «Грот», ОП ПТС «Лава», ПТС «Уголек» и «Многофункциональный тренажерный комплекс подготовки газодымозащитников (далее МФТК ПГ) [3]» (рис. 1).

Для первых трех УТК методика проведения тренировочных занятий в общем виде описана в технической документации заводом-изготовителем. МФТК ПГ является уникальным УТК и не имеет аналогов, в связи с чем, разработка методики проведения занятий является в настоящее время весьма актуальным.

Одним из главных упражнений, отрабатываемых в МФТК ПГ, является поиск и спасение условных пострадавших [2].



Рис. 1. МФТК ПГ

Однако в настоящее время четко структурированного подхода к отработке данного

упражнения, а также организации и проведению тренировочного занятия в целом нет. Опыт проведения тренировочных занятий с газодымозащитниками показал, что занятия должны строиться по принципу от простого к сложному, что максимально качественно позволяет освоить учебный материал обучающимися. В связи с этим, предлагается проводиться тренировки таким образом, чтобы в зависимости от курса, а, следовательно, от профессиональной подготовленности курсантов и количества часов, уделяемых дисциплине, выбирать маршруты движения звеньев ГДЗС. Основной задачей звеньев ГДЗС будет поиск и спасение пострадавшего, вход в задымляемый модуль будет выбираться в зависимости от семестра и года обучения.

С курсантами 1 года обучения занятия в МФТК ПГ с использованием СИЗОД не проводятся. Для курсантов второго года обучения (III семестр) предлагается производить вход (выход) звена ГДЗС в задымляемый модуль со стороны наружной лестницы ведущей на крышу (Рис. 2). Примерный маршрут движения указан на рис. 3.



Рис. 2. Вход в задымляемый модуль

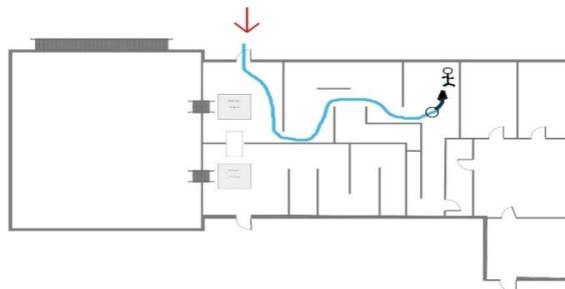


Рис. 3. Маршрут звена ГДЗС (21, 22 курсы, 1-ый семестр)

В IV семестре вход (выход) звена ГДЗС в задымляемый модуль предлагается производить со стороны учебной башни. Примерный маршрут движения указан на рис. 4.

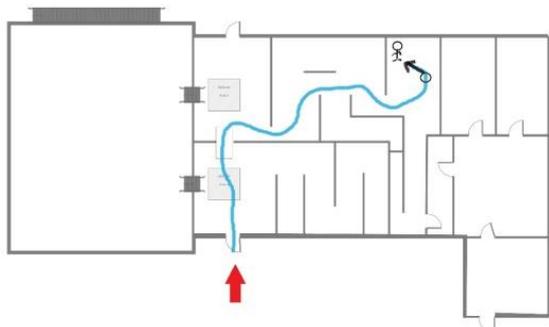


Рис. 4. Маршрут звена ГДЗС (21, 22 курсы, 2-ой семестр)



Рис. 5. Люк расположенный на крыше комплекса

Для курсантов третьего года обучения (V семестр) вход (выход) звена ГДЗС предлагается производить через два люка на крыше МФТК ПГ (рис. 5). Примерный маршрут движения указан на рис. 6, 7.

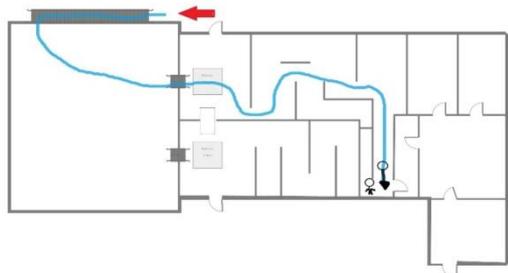


Рис. 6. Маршрут звена ГДЗС (31, 32 курсы, 1-ый семестр)

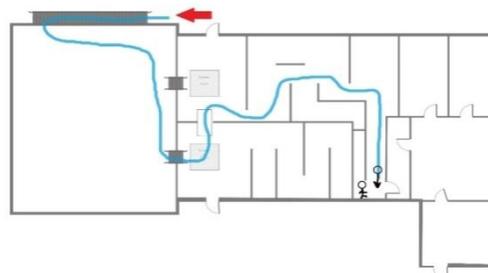


Рис. 7. Маршрут звена ГДЗС (31, 32 курсы, 1-ый семестр)

В VI семестре вход (выход) звена ГДЗС производить через учебную башню (рис. 8) с последующим проходом через предкамерное помещение. Примерный маршрут движения указан на рис. 9.



Рис. 8. Вход через учебную башню

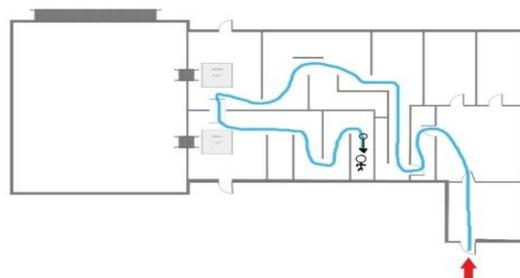


Рис. 9. Маршрут звена ГДЗС (31, 32 курсы, 2-ой семестр)

Для курсантов четвертого курса вход (выход) звена ГДЗС в задымляемый модуль производить через дверной проем на крыше (Рис. 10), ведущий на учебную башню с последующим спуском на первый этаж и проходом через предкамерное помещение. Примерный маршрут движения указан на рис. 11,12.



Рис. 10. Вход в учебную башню (движение звена ГДЗС по крыше)

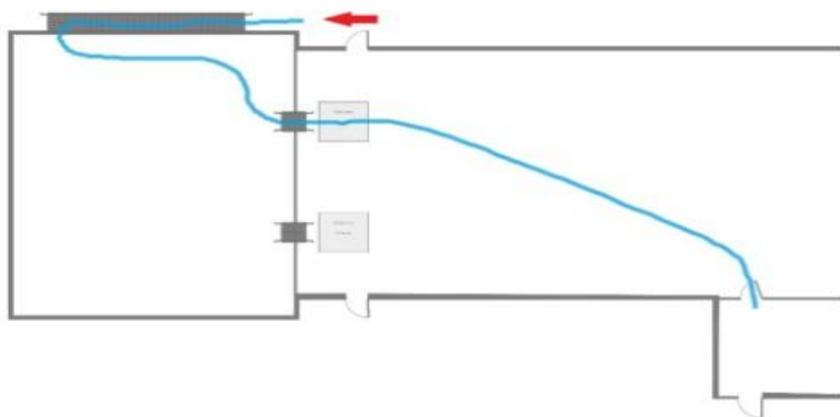


Рис. 11. Маршрут звена ГДЗС (41, 42 курсы), на крыше комплекса

При выполнении упражнений должна оцениваться не только правильность, но и скорость его выполнения. В связи с чем, следующим этапом работы станет разработка временных критериев оценки выполнения упражнения обучающимися.

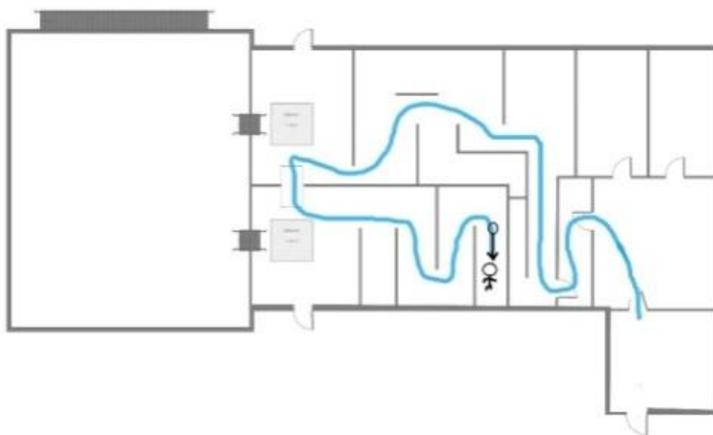


Рис. 12. Маршрут звена ГДЗС (41, 42 курсы),
движение звена ГДЗС в задымляемом модуле

Введение временных показателей позволит повысить мотивацию обучающихся и так же ввести соревновательный интерес. На сегодняшний день собрано достаточно экспериментальных данных по результатам выполнения различных упражнений газодымозащитниками в МФТК ПГ. Применение существующих методик по определению временных критериев оценки обучающихся не вызывают затруднений. Однако критерии оценки должны учитывать уровень профессиональной подготовки обучающихся не только по годам обучения, но и по программам обучения, так как объем часов, выносимых на тренировочные занятия у обучающихся по различным специальностям и направлениям подготовки отличаются. В связи с этим планируется разработка нормативов по годам обучения с учетом уровня профессиональной подготовленности обучающихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Легошин М. Ю. К вопросу профессиональной подготовки газодымозащитников в ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России / Легошин М. Ю., Чистяков И. М., Никишов С. Н., Зарубина Е. В. // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – 670 с. – С. 550-553.
2. Легошин М. Ю. Совершенствование профессионального уровня подготовки газодымозащитников в ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России / Легошин М. Ю., Шипилов Р. М., Чистяков И. М., Никишов С. Н. // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны, Иваново, 24-25 ноября 2016 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016. – 768 с. С. 267-269.
3. Легошин М.Ю., Чистяков И.М., Никишов С.Н., Шипилов Р.М., Соколов Е.Е. Практическое использование учебно-тренировочных комплексов для подготовки пожарных и спасателей / Легошин М.Ю., Чистяков И.М., Никишов С.Н., Шипилов Р.М., Соколов Е.Е. // Международный научно-исследовательский журнал International research journal № 11 (65). Часть 4. Ноябрь 2017. – С. 44-51.
4. Соколов Е. Е. Мобильные и стационарные тренировочные комплексы и полигоны / Соколов Е. Е., Чистяков И. М., Никишов С. Н. // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, г. Иваново, 2014. С. 169-170.

УДК 374.1

РЕФЛЕКСИВНО-АКМЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

Ю. А. Коновалова

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

В статье анализируется рефлексивно-акмеологический подход профессионального становления специалистов в области защиты от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны. Подчёркивается значимость целенаправленной работы специалистов по формированию навыков рефлексии и готовности к саморазвитию.

Ключевые слова: рефлексивно-акмеологический подход, профессиональные знания и умения, самосознание, саморазвитие

THE REFLEXIVE-ACHMEOLOGICAL APPROACH TO TRAINING SPECIALISTS IN THE AREA OF CIVIL DEFENSE

Y. A. Kanavalava

The reflexive-achmeological approach to professional development of specialists in the area of emergency response and civil defense is analyzed in the article. The emphasis is laid on the importance of purposeful activities of specialists aimed at developing skills of reflection and readiness for self-development.

Keywords: reflexive-achmeological approach, professional knowledge and skills, self-awareness, self-development

Изменения, происходящие в образовании, определяют новые требования к профессиональной компетенции специалистов, обуславливают необходимость совершенствования системы их подготовки, переподготовки и методического сопровождения деятельности. Для результативного сохранения материальных и культурных ценностей, населения, а также территорий от опасностей, которые несут с собой аварии, катастрофы, инциденты, необходимы качественное информирование и подготовка населения в области гражданской защиты. Данная тема, несомненно, актуальна и может быть рассмотрена в контексте рефлексивно-акмеологического подхода. Акмеология – новая комплексная наука, интегрирующая знания о человеке на этапе его зрелости, изучающая закономерности достижения взрослым человеком «акме» (вершин) в различных видах жизнедеятельности, в том числе в образовании, самообразовании и в профессиональной деятельности [1].

Одним из наиболее передовых современных комплексных подходов, который позволяет решать задачи становления у специалистов способностей и потребностей в постоянном оосвежении профессиональных знаний и умений, в креативности, в направленности на достижение высот профессионализма, является акмеологический подход (система принципов, приемов и методов, позволяющих решать акмеологические проблемы и задачи) [3]. Рефлексивный аспект акмеологии связан с осознанием личности как развивающегося "Я" и удовлетворённостью членом трудового коллектива процессом коммуникации между собой.

Целью реализации акмеологического подхода в системе подготовки, в частности, специалистов и всех групп населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций, является осуществление акмеолого-педагогических воздействий на обучающихся с тем, чтобы у них формировалась акмеологическая направленность личности как стержневое свойство и важнейший показатель профессионализма личности [3]. Акмеологическая направленность занимает важное место в общей направленности личности, является её качественной характеристикой. Благодаря преобладанию творческой активности, желания самосовершенствоваться, самореализовываться у человека непременно появится возможность достижения

вершин в профессиональном плане. В её структуру входят следующие компоненты: профессионально-ценностные ориентации (общественно обусловленные и личные ценности профессиональной деятельности), профессиональная мотивация (интерес к процессу и содержанию профессиональной деятельности и др.) и стремление к успеху (мотивация достижения, стремление к саморазвитию, готовность к творческой профессиональной деятельности и др.). Мотивация достижения (успеха, цели) прежде всего выражается в стремлении к улучшению результативности, настойчивости в достижении своих целей, и оказывает влияние на всю жизнь человека.

В данном контексте акмеологическая направленность рассматривается как один из компонентов системы профессионального становления, обеспечивающего потребность в самоэффективности профессионального и творческого труда. В качестве методического инструментария для изучения актуального уровня акмеологической направленности личности нами использовался тест-опросник «Потребность в достижении цели» Ю.М. Орлова [2]. Анализ данных диагностики уровня потребности достижений у обучающихся по специальности «Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций» показал, что на 2-ом курсе только 3,3 % респондентов имеют повышенный уровень потребности достижений, средний – 90,1%, пониженный – 6,7% испытуемых. На 4-ом курсе высокий уровень потребности достижений имеют уже 10% испытуемых, повышенный – 16,7%, средний – 46,7%, пониженный – 20%, низкий – 6,7% испытуемых. Причинами трудностей в профессиональном становлении будущих специалистов является не только недостаточная интеллектуально-мотивационная готовность к обучению, низкий уровень общего развития и культуры, но и расхождения между достижениями и притязаниями, несовпадение ожиданий с реальным положением дел.

Нет сомнений в том, что удачливость профессиональной деятельности молодого специалиста зависит от объёма полученных профессиональных знаний, психологических особенностей характера, отношения к своей работе и осознания самого себя как профессионала. Даже самый высокий уровень теоретической и практической профессиональной подготовки специалистов не полностью гарантирует успешность будущей деятельности, если у них не сформированы навыки анализа своих и чужих эмоций, состояний, способностей, поступков и готовности к собственному развитию. По этой причине приобретает особую важность работа, направленная на формирование в структуре самосознания будущих специалистов адекватного действительности профессионального сознания, способствующего успешному вработыванию в трудовом коллективе, скорейшему профессиональному формированию, эффективной практической деятельности.

Качество же подготовки специалистов в области гражданской обороны и защиты от аварий и катастроф во многом зависит от умения обучающихся направлять свои усилия на систематическую самостоятельную работу, на рационально выстроенную учебную деятельность, на преодоление трудностей, связанных с овладением новой специальностью. Кроме того, в процессе профессионального становления личности специалиста необходимо развивать культуру умственного труда, научиться вовремя снимать физические и психологические перегрузки, управлять своим эмоциональным состоянием. Важнейшим моментом становления профессионализма и личностного развития специалистов является самовоспитание, с помощью которого они приобретают целенаправленность, энергичность и твёрдость в трудовой деятельности в различных условиях.

Вместе с тем, как показывает практика, объем профессиональных компетенций специалистов в области гражданской защиты через три года после повышения квалификации (или иной подготовки) опускается ниже ступени, необходимой для удачной реализации функциональных обязанностей в области защиты населения. Причиной тому становится часто меняющаяся законодательная база и способы выполнения профессиональных задач.

После выявления уровня акмеологической направленности и степени участия различных групп населения в выполнении мероприятий гражданской обороны и защиты от инцидентов, аварий и катастроф выбираются те или иные формы подготовки, а, следовательно, предъявляются и требования к уровню знаний, умений и навыков специалистов. Так, различные группы населения в Республике Беларусь получают знания, приобретают умения и навыки в

данной области в ходе реализации обучения по программам предмета «Основы безопасности жизнедеятельности» и дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» при получении образования в детских садах, средних общеобразовательных школах, лицеях, колледжах, институтах и университетах; на курсах повышения квалификации и переподготовки кадров, обучающих курсов в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций; самостоятельного изучения нормативных и методических документов по вопросам организации, планирования и проведения мероприятий по защите от населения от аварий, катастроф и участия в командно-штабных учениях и тренировках.

Таким образом, особую актуальность приобретает «творческая» работа над собой, поскольку во всех видах социальной деятельности преобладает человеческий фактор, что ведёт к возрастающей роли самодисциплины и самоуправления. В современных программах подготовки специалистов (особенно по программам дистанционного обучения) всё большее внимание уделяется самостоятельности личности, максимальному развитию способностей, поиску внутренних резервов, общих и специальных способностей.

Путь при достижении высот в профессиональной деятельности специалистов должен начинаться с проектирования, то есть с осмысления личных и профессиональных целей, их представления в виде упорядоченной системы. На начальном этапе следует определять растущие цели, содержащие главные аргументы, эталонные цели, а также цели-направления общего плана, рассчитанные на весь период профессиональной деятельности. При формировании целей, определяющих современные подходы к качеству образования, за основу следует взять компетенции специалиста органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям, государственный образовательный стандарт, потребности специалиста, связанные с конкурентоспособностью, профессиональной культурой, профессионализмом, профессиональной компетентностью, личностно-профессиональным развитием.

При организации самовоспитания наиболее приемлемой моделью участия следует считать педагогическое сопровождение, сущность которого заключается в том, что в системе образовательного процесса в учебном заведении создаются специальные психолого-педагогические условия, которые позволяют профессорско-преподавательскому составу проводить систематическую работу с целью оказания квалифицированной помощи любому обучающемуся с учётом его индивидуальных особенностей. Именно преподаватель поможет определить наиболее эффективные приёмы организации учебной работы на различных этапах обучения, составить развёрнутый перспективный план изучения материала и связанных с ним вопросов. Одной из возможных форм сопровождения специалистов в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций может стать участие их не реже двух раз в течение года в тематических и проблемных обучающих семинарах, конференциях, проводимых под руководством государственных органов, осуществляющих деятельность по предупреждению, ликвидации аварий и катастроф и управлению гражданской обороной.

Внедрение рефлексивно-акмеологического подхода в профессиональное образование специалистов в области гражданской обороны и защиты населения от инцидентов, аварий и катастроф будет способствовать повышению у них профессиональных побуждений и неотвратимому желанию достижения успеха в трудовой деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акмеология: учебник/под общ. ред. А.А. Деркача. – М.: Изд-во РАГС, 2004. – 298 с.
2. Елисеев, О.П. Практикум по психологии личности / О. П. Елисеев. – 2-е изд., испр. и перераб. – СПб. : Питер, 2005. – 509 с. : ил.
3. Неверко, М.В. Акмеологический подход в формировании профессионализма и профессиональной культуры / М.В. Неверко // Акмеологические основы становления специалиста-профессионала в различных видах деятельности: сборник материалов Международной научно-практической конференции, Гомель, 24-25 ноября 2011 г. / государственное учреждение образования «Гомельский областной институт развития образования»; ред. кол.: Н.В. Кухарев (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2011. – Вып. XIII. – С. 201-204.

УДК 378

РЕШЕНИЕ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ МЕТОДОМ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО АЙКИДО

Е. Г. Одинцова¹, Д. Л. Гурина^{1,2}

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

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Работа посвящена обзору метода амортизации конфликтных ситуации в педагогическом процессе. Рассматриваются основные принципы психологического айкидо.

Ключевые слова: общение, психологическое айкидо, амортизация, трансактный анализ

PSYCHOLOGICAL AIKIDO METHOD FOR THE CONFLICT RESOLUTION IN THE PEDAGOGICAL PROCESS

E. G. Odintsova, D. L. Gurina

The work provides an overview of the method of depreciation of the conflict situation in the pedagogical process. The main principles of psychological aikido are considered.

Keywords: communication, psychological aikido, depreciation, transactional analysis

Одной из составляющих педагогического процесса является общение между педагогом и учащимися, педагогов между собой, учащегося с другими обучающимися. Общение – сложный процесс взаимодействия между людьми (обмен информацией, а также восприятие и понимание партнерами друг друга).

В литературе уже много раз обсуждалась тема общения в учебно-педагогическом процессе [1-3]. Мы же решили рассмотреть один из негативных аспектов – это возникающий в процессе общения конфликт между его участниками. В основе конфликта лежит наличие противоречий между собеседниками, которые могут быть вызваны различными причинами, и отражает он в себе сильное эмоциональное нападение участвующих в разговоре друг на друга (иногда даже агрессию). Причины зарождения, возникновения, развития, а также пути разрешения и завершения конфликтов любого уровня изучает такая дисциплина как конфликтология.

В данной работе мы рассмотрим один из популярных методов, позволяющий управлять (а именно, подавлять) агрессией и выходить из любой конфликтной ситуации, - психологическое айкидо, разработанный российским психотерапевтом Михаилом Ефимовичем Литваком [4].

Умение грамотно разрешать конфликты, а главное направить диалог в нужное русло наиболее часто требуется для людей тех профессий, которые связаны с работой в условиях чрезвычайных ситуациях, когда требуется быстрое реагирование, а времени на аргументирование и на переубеждение крайне мало.

Кроме того, владение техникой психологического айкидо - это отличное средство от неуверенности в себе и своих силах, которые очень часто сопровождают обучающихся на разных этапах его деятельности. Важно помнить, психологическое айкидо нужно применять только в крайних случаях, когда решить конфликт мирным путем уже невозможно.

Техника психологического айкидо сформирована на принципе амортизации, т.е. вы в разговоре соглашаетесь со всеми утверждениями собеседника. Выделяют следующие виды амортизации:

- непосредственная (применяется в ситуациях «психологического поглаживания/удара»);

- отставленная (используется, когда непосредственная амортизация не удалась);
- профилактическая (применяется, чтобы подчеркнуть, что вы не будете высказывать претензий к собеседнику в случае его отказа, и готовы согласиться с любой негативной характеристикой в ваш адрес).

Принцип амортизации основан на изучении теории транзактного анализа и его практическом применении. Транзактный анализ, разработанный американским психологом и психотерапевтом Эриком Берном в 60-х годах XX в. [5, 6], - это анализ взаимодействий, основным элементом в данной теории является «транзакция». Берн заметил, что при взаимодействии с собеседником в зависимости от ситуации мы проявляем одно из трех эго-состояния - Ребенок или Дитя (Д), Родитель (Р), Взрослый (В). Важно отметить, что данные позиции не коррелируются с возрастом или социальным статусом, и в поведении человека возможно доминирование одного из эго-состояний или смена одного на другое в течение дня.

Чтобы грамотно применять амортизацию необходимо знать возможные схемы общения данных эго-состояний и в каких случаях могут возникнуть конфликты.

Существуют два типа транзакций: параллельные и перекрещивающиеся (механизмы конфликта).

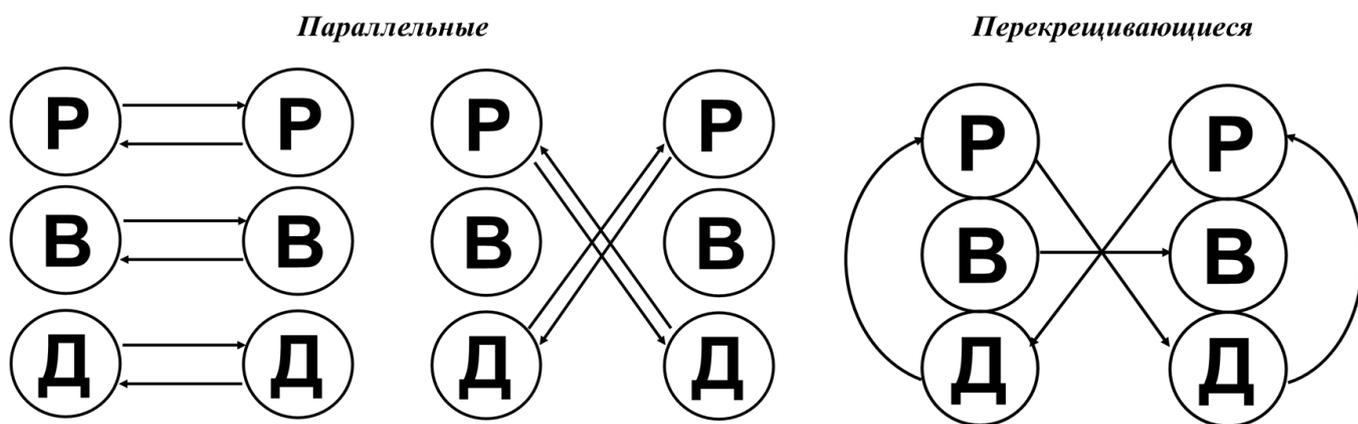


Рис. 1. Типы транзакций.

В обоих типах параллельных транзакций векторы стимула и ответа совпадают.

В первом случае (В-В, Р-Р и Д-Д) по психологическому отношению партнеры равноценны, следовательно зарождение конфликта не возможно (первый закон общения). Деловое общение и обмен информации идет по линии В-В.

По линии Д-Д любим, развлекаемся:

Студент1: Может вместо пары мы пойдем в кафе?

Студент2: Да, неплохая мысль.

По линии Р-Р сплетничаем:

Педагог 1: Студенты вообще ничего не хотят учить.

Педагог 2: Да, раньше стремление к знаниям было выше.

Второй тип (психологического неравноправия или рабско-тиранические) возникает в случае опеки, подавления, заботы (Р-Д), или наоборот, беспомощности, каприза, восхищения (Д-Р). Пока будут совпадать векторы стимула и ответа, и хотя бы одному из участников диалога это не надоест, конфликт развиваться не будет.

При пересечении векторов стимула и ответа общение переходит уже в сферу конфликта – перекрещивающиеся транзакции (второй закон общения). Любое общение начинается по линии В-В, однако, далее оно будет развиваться с позиции Дитя или Родителя. Так, например, если у человека очень ранимое, чувствительное Дитя и сильный Родитель, то в таком случае любое высказывание будет воспринято как давление на Дитя, а Родитель безусловно бросится

на его защиту отодвинув позицию Взрослого на задний план. И этот конфликт будет продолжаться до тех пор, пока не уменьшится активность одного из собеседников.

Рассмотрим данные трансакции в рамках педагогического общения «педагог-обучающийся». В разговоре между преподавателем и учащимся возможна реализация разнообразных ролевых позиций, а определяющим моментом для всего диалога является то, насколько педагогом грамотно и верно выбрано эго-состояние. При этом важно отметить, что педагог никогда не прибегает к роли «Дитя» в своей деятельности.

Первый случай, когда педагог занимает позицию «Родитель», а учащемуся отводится роль «Дитя». В процессе разговора педагог формирует положительную или отрицательную оценку личность учащегося в целом, а не его поступки. Негативной оценкой педагог программирует обучающегося на все отрицательное. При чрезмерной позитивной оценке, наоборот, возможно формирование гипертрофии потребности в восторженном, восхищенном признании личности обучающегося.

Второй (и особо сложный) тип педагогического общения, когда преподаватель, находясь в позиции «Родитель», воспринимает обучающегося, как «Взрослого». Однако здесь уже можно четко оценить педагогические навыки и профессионализм учителя в риторическом искусстве. Главное при этом не переводить обучающегося в эго-состояние «Дитя», а педагогу самому оставаться в позиции «Взрослого».

Например, если вы даете поручение учащемуся и указываете ему как именно он должен его выполнить, то это стиль – «Родитель–дитя», а если предоставляете ему право выбора в принятии решения и отвечать за него, то это уже отношения по типу «Родитель–взрослый».

Третий сценарий общения протекает по принципу «Взрослый (педагог) – родитель (обучающийся)». Преподаватель делегирует маленькую часть своих обязанностей обучающемуся, переводя его тем самым в статус «помощник педагога». Например, вы поручаете учащемуся напомнить выдать раздаточные материалы. Педагогу важно при обращении контролировать силу голоса и интонацией подчеркнуть озадаченность, и заинтересованность в помощи именно данного учащегося.

Четвертый тип трансакции – это когда и педагогу, и учащемуся отводится роль «Взрослого», обладающего одинаковыми с другими правами. При этом педагогу следует уметь видеть обучающегося «изнутри», рассматривать ситуацию сразу с позиции и обучающего, и своей собственной. Важно учитывать особенности обучающегося, проявлять доброжелательное отношение к нему невзирая на то, вызывает ли он у педагога позитивные или негативные эмоции в данный момент, а также уметь признавать права обучающегося в решении проблем.

Пока и педагог, и обучающийся находятся в параллельной трансакции во всех рассмотренных типах, между ними не наблюдается конфликта. В случае же перехода диалога в перекрещивающиеся трансакции возникает необходимость использования навыков амортизации.

В педагогической практике преподаватель служит в качестве примера для обучающихся. Очень часто они пытаются перенять его поведение, его стиль общения. Поэтому одной из главных характеристик педагога должна быть психологическая гибкость, которая как раз и позволяет ему в зависимости от ситуации проявлять то одно, то другое эго-состояние, отодвигая все остальные на задний план. Основная задача педагога при возникновении конфликта – это самому оставаться в позиции взрослого. Поскольку обучающиеся гораздо чаще принимают позицию Дитя, то в данной ситуации вторая задача педагога состоит в том, чтобы вывести его в позицию «Взрослого».

Насколько комфортно в беседе чувствуют себя обучающиеся является одним из показателей уровня педагогического общения. Профессионализм преподавателя проявляется в преодолении различных противоречий, возникающих с обучающимися, и умении вызвать симпатию и расположение к себе, в чем и помогает владение техникой психологического айкидо.

Стоит помнить, что даже самый конфликтный человек конфликтует не все время. Соответственно, применяет навыки амортизации и переводит разговор в параллельные транзакции. Кроме того, используя основные принципы психологического айкидо можно не только постараться избежать конфликтных ситуаций и разрешить их, но и попытаться себя воспитать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Формирование диалогической установки участников педагогического общения Бочкарева О. В. Социальные явления. 2015. №3.
2. Диалог как средство развития педагогической культуры субъектов образовательного процесса вуза Петьков В. А., Похилько А. Д., Губанова М. А. Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. 2015. №1 (157).
3. Психология общения в учебно-педагогическом процессе. Фурманов И. А., Аладьин А. А., Амелишко Е. М. Мн.: Технология. 2000. 100 с.
4. Психологическое айкидо: учебное пособие Литвак М. Е. Изд. 34-е. Ростов н/Д: Феникс. 2013. 218, [1] с. (Психологические этюды).
5. Игры, в которые играют люди. Люди, которые играют в игры (пер. с англ. А. Грузберга) Берн Э М.: Эксмо. 2014. 576 с. (Психология общения).
6. Транзакционный анализ в психотерапии (пер. с англ. А. Грузберга) Берн Э М.: Эксмо. 2009. 416 с. (Психологический бестселлер).

УДК 54(076)

СМЕШАННОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В СИСТЕМЕ МЧС РОССИИ

Е. Г. Коробейникова, А. Ю. Лебедев, А. Г. Шилов
ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Основная задача высшей школы – это не подготовка специалистов с дипломами, а подготовка кадров, способных на высоком профессиональном уровне решать сложные современные задачи, оперативно реагировать на изменения в технике и науке. Внедрение в образовательный процесс информационно технологий привело к появлению новых форм обучения и способов распространения знаний.

Ключевые слова: электронные образовательные ресурсы, открытые образовательные ресурсы, учебный процесс

BLENDDED LEARNING AS A FORM OF ORGANIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS TRAINING IN THE SYSTEM OF EMERCOM OF RUSSIA

E. G. Korobeynikova, A. Y. Lebedev, A. G. Shilov

The main task of higher school is not the training of specialists with diplomas, and training, capable at high professional level to solve complex modern challenges, to respond quickly to changes in technology and science. Introduction in educational process of information and computer technologies has led to the emergence of new forms of education and ways of disseminating knowledge.

Key words: electronic educational resources, open educational resources, educational process, open educational environment

Одной из основных задач современной высшей школы является подготовка высококвалифицированных, конкурентоспособных и творческих специалистов, способных адаптироваться к изменяющимся условиям. Решение этой задачи невозможно без новых подходов к обучению и воспитанию, без применения современных педагогических технологий.

Наряду с развитием и совершенствованием традиционных форм обучения в большинстве вузов активно внедряется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии (ДОТ). Понятия эти не тождественны, хотя и имеют много общего.

Основной особенностью ДОТ является то, что преподаватель и обучающиеся разделены в пространстве. Дистанционное обучение можно проводить и, не используя ДОТ. Можно ли будет назвать дистанционным обучением обмен учебными материалами, заданиями, тестами, литературой не посредством сети Интернет, а по почте (не электронной)? Конечно, можно. В XVIII веке такая модель получила название «корреспондентское обучение». В современном мире информационные технологии стали необходимым атрибутом или инструментом дистанционного образования [1].

Наличие электронной информационно-образовательной среды - главная составляющая электронного обучения. Появление Интернет технологий определило ускоренное развитие именно электронной модели обучения («*Electronic Learning*» - *e-learning*).

Действующая государственная программа развития образования предусматривает повышение эффективности управления в сфере образования, разнообразие форм и методов обучения, интенсивное внедрение современных информационных и коммуникационных технологий, возможность формирования индивидуальной образовательной траектории [2].

Современное онлайн-образование объединяет дистанционную и электронную модели обучения и активно внедряется в практику высших учебных заведений.

Онлайн образование обладает рядом несомненных преимуществ. Прежде всего, это возможность работать в режиме 24/7 в любом месте, где есть выход в Интернет. Обучающийся сам определяет график работы, ориентируясь на сроки и требования организаторов курса. Общение с преподавателем не исключено, но проходит, в основном, на форумах, в чатах и через электронную почту.

Именно этот факт и определяет основной недостаток такой модели обучения. Некоторым студентам для обучения требуется непосредственный контакт с преподавателем, возможность задать вопрос в аудитории, обсудить проблему с товарищами.

Еще одной проблемой онлайн-обучения является итоговая оценка знаний, т.к. нет уверенности, что тестирование походит именно проходящий курс студент. Снять эту проблему отчасти могут видеокamеры, и это уже дополнительные технические сложности [3,4].

В настоящее время и в зарубежном образовании и в нашей стране начинает развиваться новая форма - смешанное обучение (*blended learning*), которая сочетает все достоинства традиционного, электронного и дистанционного обучения.

В работе [5] определены 6 моделей смешанного обучения:

1. (Model 1: face-to-face Driver): Модель, в которой обучение в сети является дополнительным к очному, доступ к компьютерным материалам обеспечивает в компьютерном классе, из дома, библиотеки, любого места, где есть выход в Интернет.

2. (Model 2: Rotation): Модель, в которой в соответствии с графиком чередуются традиционное и онлайн-обучение, которым руководит преподаватель.

3. (Model 3: Flex): В этой модели большая часть осуществляется в электронной образовательной среде, но при этом обеспечена необходимая очная поддержка преподавателя.

4. (Model 4: Online lab): Обучение проводится в онлайн-лаборатории, которая доступна студентам в специальном классе. В этом случае необходима поддержка технического персонала и преподавателя в режиме онлайн.

5. (Model 5: Self-blend): В этой модели студенты выбирают себе онлайн курсы как дополнительные к изучаемым очным курсам.

6. (Model 6: Online driver): В этом случае студенты обучаются дистанционно в режиме онлайн, а аттестацию проходят очно.

В Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России создан принципиально новый класс дидактической модели электронного образовательного ресурса по химии для вузов МЧС России с многофункциональным режимом работы, в основе которого лежит методология комплексного адаптивного управления обучением [6]. На его основе мы сделали попытку внедрить в учебный процесс две модели смешанного обучения.

Модель № 6 реализуется в учебном процессе слушателей дистанционной формы обучения, а для обучающихся очно – модель № 1.

В обоих случаях были использованы возможности электронного образовательного ресурса, материалы которого доступны каждому студенту, который зарегистрировался на курсе. Вход осуществляется в режиме 24/7 с любого устройства при наличии Интернета.

Основными составляющими электронного ресурса по химии являются следующие.

Лекции. Образовательный ресурс включает в себя 26 видеолекций по всем разделам курса химии. Использование мультимедийных технологий делает контекст более наглядным, понятным для слушателей и позволяет задействовать большинство механизмов восприятия человеком новой информации (рис 1).

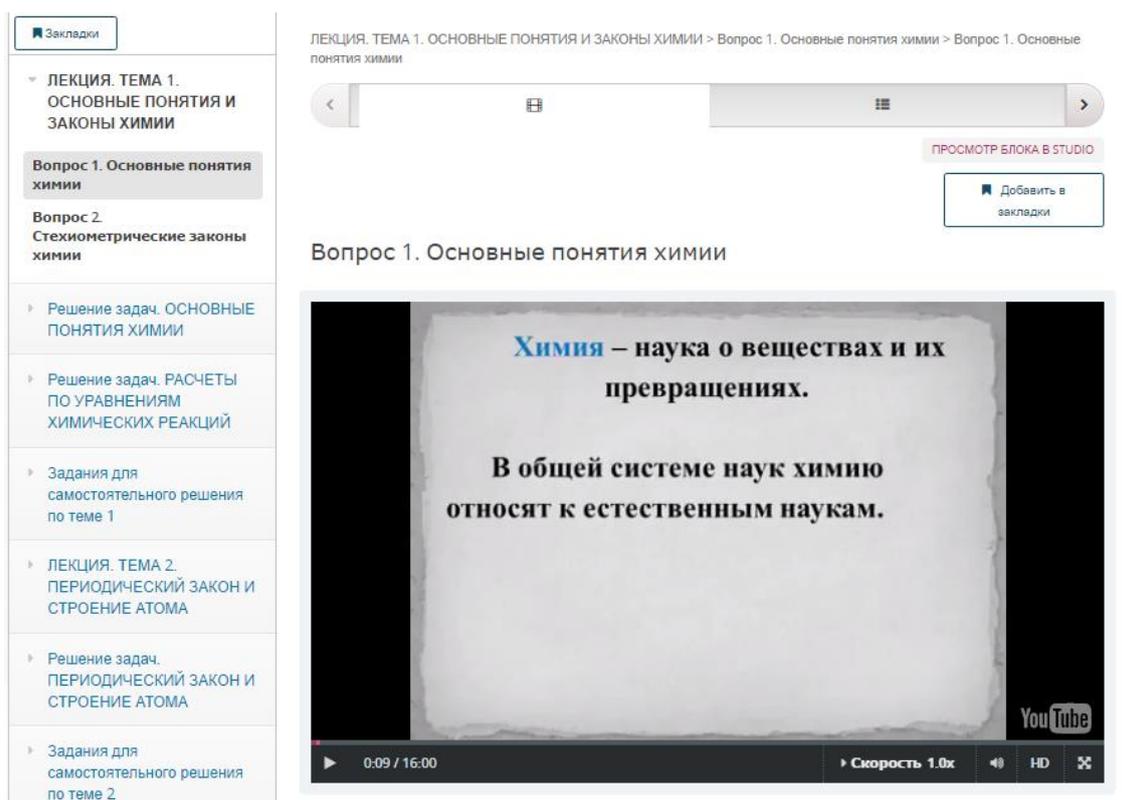


Рис. 1. Слайды лекции

Лекционный материал разбит на вопросы по 7-10 минут каждый. Поиск по субтитрам, при их наличии, позволяет использовать текст в качестве пунктов содержания видеолекции (рис. 2). Слушатели могут свободно перемещаться по лекции, искать и выбирать необходимый материал для просмотра.

Решение задач. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ХИМИИ

Решение задач. РАСЧЕТЫ ПО УРАВНЕНИЯМ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Задания для самостоятельного решения по теме 1

ЛЕКЦИЯ. ТЕМА 2. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И СТРОЕНИЕ АТОМА

Вопрос 1. Периодический Закон Д.И. Менделеева

Вопрос 2. Структура Периодической системы

Вопрос 3. Строение атома

Вопрос 4. Понятие периодичности

Решение задач. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И СТРОЕНИЕ АТОМА

ПРОСМОТР БЛОКА В STUDIO

Добавить в закладки

Вопрос 1. Периодический Закон Д.И. Менделеева

Доалхимический период –
8 элементов

Cu - медь, Fe - железо,
Ag - серебро, Au - золото,
Sn - олово, Pb - свинец,
S - сера, Hg - ртуть

0:43 / 5:44

Скорость 1.0x

YouTube

Учебные вопросы

Продолжительность

Рис. 2. Слайды лекции.

Практические занятия - решение задач. Каждая тема включает в себя подробный разбор методики решения более 100 типовых задач по всем разделам курса химии. Для самостоятельного решения предложены варианты с возможностью проверки ответа (рис 3).

Решение задач. СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Задания для самостоятельного решения по теме 11

ЛЕКЦИЯ. ТЕМА 12. ХИМИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Задания для самостоятельного решения по теме 12

Тест по теме 12

Тесты по теме

ЛЕКЦИЯ. ТЕМА 13. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Решение задач. ВЫВОД ФОРМУЛ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Задания для самостоятельного решения по теме 13

Молярный объём водорода при 20°C и давлении 101,3 кПа составляет 24 л/моль. 1 киломоль воздуха при этих же условиях занимает объём

22,4 л ✘

24 м³

24 л

22,4 м³

Плотность оксида углерода (IV) при н.у. равна (кг/м³)

1,25

1,96 ✔

1,429

1,33

ПРОВЕРИТЬ/ПОСЛЕДНЯЯ ПОПЫТКА

СОХРАНИТЬ

ПОКАЗАТЬ ОТВЕТ

Вы отплавили материалы на проверку 1 раз из 2 возможных

Раздел для самостоятельного решения

Проверка и фиксация результатов

Рис 3. Тестовые задания для самостоятельного решения

Учебные материалы. Учебники и методические пособия в электронном виде даны в приложении, там же размещены таблицы физико-химических величин, необходимые для решения задач.

Для ознакомления со свойствами веществ приведены ссылки на видео лабораторных опытов.

Контрольные материалы. Компьютерная оценка усвоения материала используется для текущей проверки знаний, а также в качестве обучающего элемента курса. В рассматриваемом образовательном ресурсе используется один из самых распространённых методов компьютерной оценки знаний - тестирование. Обучающее тестирование проводится после каждой темы, есть возможность проверки правильности ответа. Заключительное компьютерное тестирование, включающее и теоретические вопросы и расчетные задачи.

Достижения слушателя на курсе находятся в разделе Прогресс, который включает в себя баллы за задания по всем темам модуля курса. Слушатели могут следить за своей успеваемостью (рис 4).

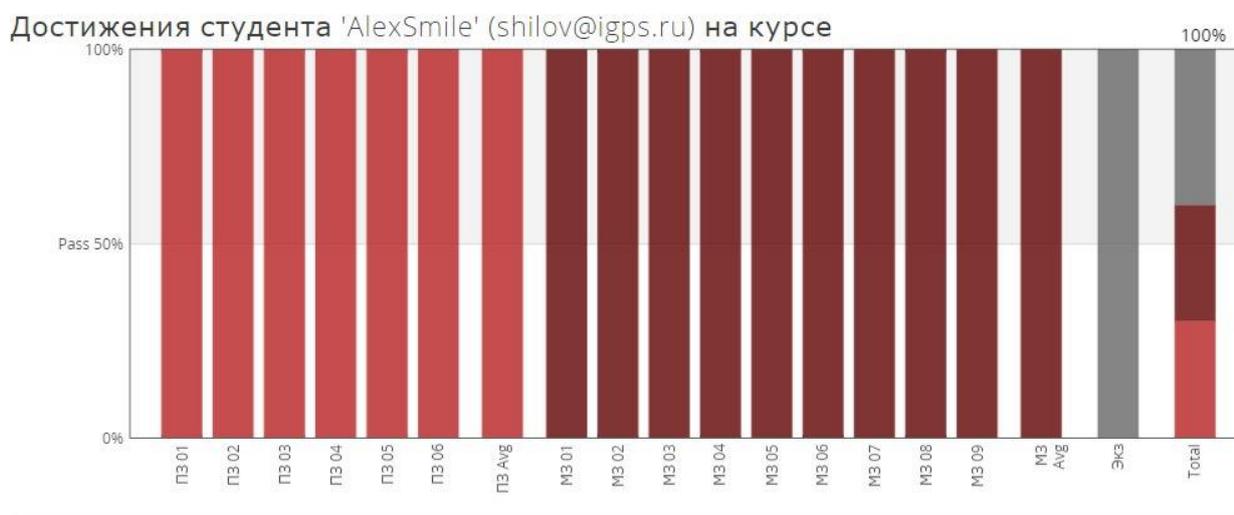


Рис. 4. Достижения студента - Прогресс

По завершении курса обучающийся получает сертификат с указанием набранной суммы баллов.

Общение с преподавателем. Организация курса предполагает общение с преподавателем средствами Интернет коммуникаций. Консультация, помощь, дополнительное объяснение активизируют процесс обучения, делают его индивидуально ориентированным (рис.5).

Общение с сокурсниками. Ресурс предоставляет возможность активного общения и совместной работы над курсом самих студентов. Для этого используются форум, чат, электронная почта.

Реализация модели смешанного обучения осуществлялась следующим образом.

Слушатели онлайн курса в самом начале обучения знакомятся с промо-роликом, в котором подробно рассказано о структуре курса, предлагаемых учебных материалах и порядке изучения.

Изучение теоретического материала, методики решения задач и последующее выполнение контрольных работ осуществляется самостоятельно с использованием всех возможностей образовательного ресурса. Особенностью обучения является его четкая организация и непрерывность. Задания выполняются в индивидуальном режиме, но под контролем преподавателя. Он наблюдает и направляет работу слушателя, отвечает на вопросы.

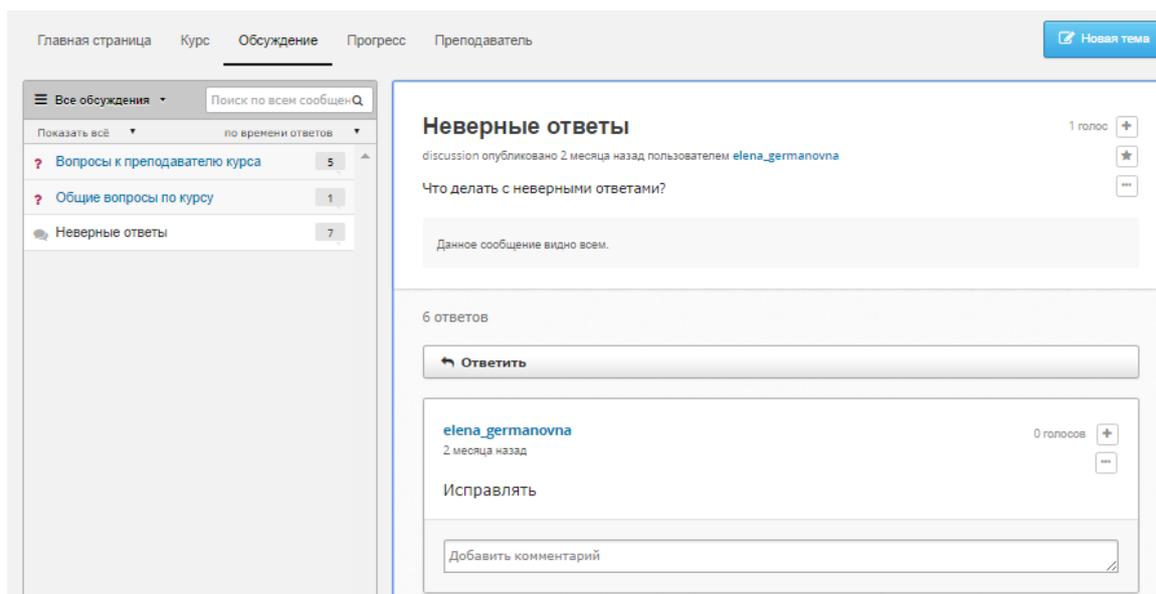


Рис. 5. Достижения студента - Прогресс

В период экзаменационной сессии реализуется вторая составляющая смешанного обучения – работа с преподавателем в аудитории. Анализ и защита контрольных работ, обсуждение наиболее сложных вопросов и индивидуально, и в группе после прохождения онлайн курса проходят очень интересно.

Кроме этого в этот период проводятся занятия, которые невозможны в формате электронного обучения, а именно – лабораторные работы.

Завершается курс традиционным экзаменом.

Применение смешанной модели при организации учебного процесса по курсу химии курсантов и студентов очной формы обучения отличается от приведенной выше. И здесь возможны несколько направлений в рамках модели № 1.

1. Электронный ресурс становится актуальным для тех, кто по какой-либо причине пропустил занятия

2. и самостоятельно изучает материал. Фактически образовательный ресурс позволяет «прослушать» лекцию, законспектировать материал, научиться решать задачи и проверить свои знания по изученной теме.

3. У преподавателя есть возможность зафиксировать, какая тема, в течение какого времени изучалась, каковы результаты тестирования.

4. Ряд вопросов, которые выносятся на самостоятельное изучение, предлагается освоить, используя

5. материалы образовательного ресурса, а на занятиях провести проверку. В этом случае и методически обеспечивается самостоятельная работа, и происходит ее контроль.

6. Особо следует остановиться еще на одном аспекте смешанной модели обучения – так называемый, «перевернутый класс».

«Перевернутый класс» – это обратный метод обучения. В этом случае все обучающиеся самостоятельно с помощью материалов образовательного ресурса осваивают тему (теоретический материал, расчетные задачи), а аудиторные занятия посвящены обсуждению изученного материала и решению усложненных задач. Обсуждение может проходить в различных форматах: дискуссия, работа в группах. Преподаватель активно участвует в работе и направляет ее. Такая интерактивная форма проведения занятий очень эффективна, но предполагает большую предварительную работу и обучающихся, и преподавателя.

Первые эксперименты по введению смешанной формы обучения в учебный процесс показали ее эффективность и перспективность. Эта технология ставит обучающегося в центр учебного процесса, ориентирована на него. Студенты к восприятию ее готовы, они умеют работать со всеми современными мобильными устройствами, получать и обмениваться информацией в сети.

Преподаватели также понимают все достоинства такой формы обучения, но есть трудности, которые нужно преодолеть на пути ее введения. Во-первых, это недостаточная компьютерная грамотность и отсутствие опыта такой технологии обучения. Во-вторых, очень высокая трудоемкость таких курсов. Подготовка курса включает в себя традиционное написание, преобразование его в формат презентации, запись лекции, редакция, исправление ошибок. При этом создание мультимедийных курсов – это коллективный труд, работа не одного профессионала. К сожалению, критериев для оценки такого рода работ пока нет.

Различные дистанционные технологии, онлайн-образование, смешанное обучение – за этими формами организации учебного процесса будущее. Именно они могут обеспечить непрерывное образование, которое является залогом подготовки и дальнейшей успешной работы специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Говорим по понятиям: онлайн-обучение VS дистанционное обучение [Электронный ресурс]. - Режим доступа <https://newtonew.com/discussions/online-or-distant>, свободный (28.05.16)
2. Программа развития электронного образования на 2014 – 2020 гг. [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://минобрнауки.рф/>, свободный (12.02.2014)
3. Осипов Д. А. О сильных и слабых сторонах электронного обучения // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. V междунар. студ. науч.-практ. конф. № 5. URL: <http://sibac.info/archive/technic/5.pdf> (дата обращения: 25.05.2016)
4. Михеева С.А. E-learning: состояние, проблемы, перспективы развития /Болонский процесс в экономическом образовании: проблемы и перспективы: Материалы научно-практ. конференции / под общей ред. Х. Камински, А.Я. Линькова.- СПб.: Изд-во РГПУ им.А.И. Герцена, 2006. - с.184-191.
5. Mijares Illiana. Op. cit. References: 1. On Education in the Russian Federation: Feder. Law of 29.12.2012 № 273-FZ 2012, retrieved 25 May 2014.
6. Коробейникова Е.Г., Алексеик Е.Б., Лебедев А.Ю., Шевцов В.И. Электронный образовательный ресурс по химии как средство организации предметной образовательной среды

УДК 378.1

СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА СТУДЕНТА В ВЫСШЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Е. И. Приходченко¹, Н. И. Бойко²

¹ГОУВПО Донецкий национальный технический университет

²ГОУВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР

В статье рассматриваются проблемы социально-педагогической поддержки студентов как аспект профессионального образования при подготовке будущих специалистов в учреждениях профессионального образования. Изучены основные виды поддержки, пути решения проблем социализации молодого поколения.

Ключевые слова: социально-педагогическая поддержка, социальная профилактика, социально-педагогическая адаптация, обучение, воспитание

SOCIAL PEDAGOGICAL SUPPORT OF A STUDENT IN HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION

K. I. Prihodchenko, N. I. Boyko

The problems of social pedagogical support of the students as an aspect of professional education in teaching of future specialists in professional education institution are considered in the article. The main types of support, the ways of solving the young generation problems of socialization have been studied.

Keywords: social pedagogical support, social prevention, social pedagogical adaptation, learning, upbringing

В современном высшем профессиональном образовании очень востребован вопрос оказания социально-педагогической поддержки обучающимся. В ее основе должна находиться определенная педагогическая деятельность, имеющая социальную направленность. Эта деятельность основывается на взаимосвязи и взаимодействии между участниками образовательного процесса и направлена на формирование и развитие у обучающихся способностей, желания и готовности решать появляющиеся вопросы, проблемы и задачи самостоятельно. Также она способствует обучению студентов использовать при преодолении трудностей во время адаптации средства, которые поддерживают образовательную среду учебного заведения высшего профессионального образования. Результативность такой деятельности зависит от ее концептуального обоснования на основе принципов научности, целостности, структурности и целенаправленности, что возможно только при условии разработки ее теоретической модели, так как исследование модели позволяет нам сохранить представление об изучаемом предмете как о целостной системе и облегчает проникновение в ее сущность.

Системность и непрерывность социальной работы создает условия выравнивания социальных различий в студенческой среде. Таким образом, в поле зрения социальной работы с молодежью, которая учится независимо от состава общества и наличия иерархии ценностей личности, должны находиться:

- нормы, которые регулируют общественную деятельность в отношении студента;
- нормы, определяющие круг обязанностей студенческой молодежи в отношении государства, получения образования;
- нормы, которые выступают в качестве эталонов жизнедеятельности студентов;

– нормы и профессиональные требования, которые предъявляются к молодому специалисту в нынешних условиях;

– нормы-запреты, которые контролируют и корректируют взаимоотношения между человеком и обществом на социальном, личностном, межличностном уровнях взаимодействия.

Целью реализации социально-педагогической поддержки является создание условий для формирования у студентов способности и готовности самостоятельно решать возникающие проблемы и преодолевать трудности в процессе адаптации средствами поддерживающей образовательной среды высшего учебного заведения.

Можно выделить ряд задач, необходимых для достижения поставленной цели:

– оказывать содействие процессу формирования компетенций студента на этапе прохождения адаптации для получения положительного результата. К таким компетенциям относят социально-личностные и академические;

– способствовать облегчению вхождения студентов в образовательную среду учебного заведения высшего профессионального образования;

– способствовать стимулированию в студентах стремления к самореализации и саморазвитию.

При разработке модели социально-педагогической поддержки и ее содержательного наполнения необходимо опираться на основные положения системного, средового, личностно ориентированного, деятельностно-компетентностного и полисубъектного (диалогического) подходов.

Для оптимизации и усовершенствования социально-педагогической поддержки в учреждениях высшего профессионального образования крайне важным является создание поддерживающей образовательной среды, которая будет направлена на поддержку студентов. В соответствии с определенной общепринятой структурой образовательной среды можно выделить несколько основных компонентов: дидактический, социальный, внеучебный и пространственно-предметный. Во время решения задач, которые появляются при организации социально-педагогической поддержки студента при получении высшего образования, необходимо руководствоваться принципами функционирования, а также общепедагогическими принципами. Общепедагогическими принципами характеризуются отношения к студентам при оказании им социально-педагогической поддержки. Таковыми являются принципы:

– демократизации;

– гуманизма;

– диалогичности;

– природосообразности;

– субъектности.

Основная задача принципов функционирования – регулирование процесса организации и оказания социально-педагогической поддержки студента. Это принципы научности, целостности, структурности, целенаправленности, оперативности, гибкости, само- и взаимоподдержки, обратной связи.

Можно выделить основные этапы, характерные для реализации социально-педагогической поддержки:

– диагностический. Социально-педагогическая поддержка определяет главную цель педагогической деятельности в первичной диагностике, которая подразумевает сбор, обработку, мониторинг данных, характеризующих процесс адаптации. На основании первичной обработки далее происходит разработка стратегии и методики по оказанию поддержки. С помощью диагностики участники исследования имеют возможность более детально изучить и углубиться в проблемные моменты и найти осмысленные и осознанные решения. Благодаря диагностированию возможно выявить трудности и преграды, которые могут затруднить процесс адаптации студента к образовательной среде учебного заведения. Таковыми трудностями являются: уровень адаптированности к учебной деятельности и к учебной группе; наличие

учебных трудностей; уровень стремления к приобретению знаний; уровень мотивации к учебной деятельности и избранной специальности; удовлетворенность организацией обучения в университете; способность к сознательной саморегуляции поведения; уровень потребности в достижении; коммуникативные особенности студентов и удовлетворенность своей социальной ролью.

– деятельностно-компетентностный. Этот этап предназначен для создания комплекса мероприятий, которые способствуют созданию позитивного настроения обучаемых, сохранению и укреплению уверенности в себе, созданию ситуаций успеха, формированию положительного отношения к обучению, выбранной профессии и социальному окружению. Все работы, проводимые на данном этапе, можно разделить на два направления [1]:

1. Оперативная социально-педагогическая поддержка.
2. Превентивная социально-педагогическая поддержка.

Первое направление характеризуется педагогическим взаимодействием, которое подразумевает непосредственную реакцию преподавателей или кураторов на возникающие проблемы студентов, как в процессе учебы, так и во взаимоотношениях с представителями учреждений образования. Характер оперативной поддержки чаще всего индивидуальный, так как порядок и способ ее оказания определяется конкретной проблемой, которая появилась у конкретного студента.

Общей стратегией при оказании оперативной поддержки является приоритет активности и самостоятельности самого студента, а преподаватель, куратор выполняет функцию посредника, советчика, консультанта, который направляет поддерживаемого в решении проблемы, помогает построить самостоятельную траекторию ее разрешения и лишь в случае невозможности самостоятельного разрешения проблемы студентом оказывает непосредственную помощь.

2. Превентивную социально-педагогическую поддержку – включает организацию предупредительных мероприятий, предотвращающих возникновение проблем и сложностей у студентов и стимулирует их к саморефлексии, саморазвитию и самореализации.

Описанные выше направления представляют поддержку в качестве последовательности совокупных действий студентов и преподавателей, кураторов, состоящую из нескольких этапов (диагностика трудностей; определение причин появления проблем; совместные поиски путей решения проблем; осуществление студентом самостоятельных действий, направленных на устранение проблем; подтверждение факта решения проблемы; анализ выполненной работы и полученных результатов).

Внутри превентивного направления выделяют средовый и информационный блоки.

Средовый блок является основополагающим и направлен на интегрирование студента в образовательную среду учебного заведения. Социально-педагогическая поддержка студентам включает следующие воздействия образовательной среды:

- толерантное и заинтересованное отношение к студентам профессорско-преподавательского состава и сотрудников университета;
- создание атмосферы безопасности и комфорта в образовательной среде;
- гуманистическую направленность взаимодействия и желание оказать консультативную и практическую помощь;
- использование наиболее оптимальных условий проживания и обучения;
- проектирование ситуаций успеха в учебной деятельности;
- поощрение активности и самостоятельности;
- вовлечение студентов в жизнь университета и факультета и т.д.

Информационный блок представляет собой систему информирования студентов относительно различных аспектов, связанных с процессом адаптации к образовательной среде, социальному окружению и будущей профессии.

Основная идея концепции социальной работы со студенческой молодежью заключается в понимании ее как многоуровневой системы, подсистемам которой свойственны: относительная самостоятельность, технологичность и эффективность в зависимости от объема (направления социальной работы) и объекта (личность, студенческая группа, студенты) социально-педагогического воздействия. Социальная работа в высших учебных заведениях осуществляется в следующих приоритетных направлениях: социальная профилактика и помощь, социальная адаптация, социальная защита и охрана молодежи, социальная коррекция, социальная реабилитация [2].

Рассмотрим основные виды социальной работы со студентами. Социальная профилактика – это социально-педагогическая деятельность, основанная на выявлении неблагоприятных психолого-биологических условий, психолого-педагогических факторов, обуславливающих отклонения в обучении, воспитании, психическом и социальном развитии каждого студента, в его поведении, состоянии здоровья, получении высшего образования, самообразования, а также в организации жизнедеятельности и досуга студентов. Содержание социальной помощи состоит в целевой реализации системы социальной работы с молодежью, оказании помощи, льгот и других видов социальной поддержки различным категориям студентов и в реализации мероприятий действующей системы социального обеспечения. Социальная адаптация студенческой молодежи – это процесс или результат активного приспособления студента к условиям функционирования высшего учебного заведения с помощью различных мероприятий. Социально-педагогическая коррекция – одно из направлений социальной работы со студентами, – это вид социальной деятельности, которая проводится на основе глубокого анализа результатов диагностики обучения, воспитания, развития, социализации студента и реализуется через мероприятия по предупреждению и преодолению негативных явлений в молодежной среде, трудностей в общении и межгрупповых отношениях, формировании адекватной социально значимой деятельности [3].

Социальная реабилитация является видом социально-педагогической работы специальных органов государства, высших учебных заведений, органов студенческого самоуправления, социальных и педагогических служб, направленной на реализацию и проведение системы образовательных, организационных, культурных, экономических, лечебно-оздоровительных, правовых мероприятий, направленных на восстановление физического состояния, прав, свобод, чести студентов.

Эффективность системы социальной работы с молодежью в высших учебных заведениях обеспечивается: гуманистическим, личностно-ориентированным, культурологическим подходами, педагогическим стимулированием самопомощи в процессах социализации и самоопределения, организационно-педагогическим взаимодействием подсистем социальной работы и управлением деятельностью социальных служб для молодежи.

Воспитательное влияние на студенческую молодежь – это одна из самых важных сторон и составляющих частей в процессе социализации. Высшая школа, являясь основной сферой формирования будущих квалифицированных специалистов, объединяет все грани и стороны общественного развития и проблем, которые могут накладываться на социальную сущность студентов. Особенностью студенчества является то, что это однородная возрастная группа с единственным видом деятельности – обучением (добровольным и осознанным), с общей целью – получить высшее образование по выбранной специальности; студенческая группа находится в одном городе, обладает примерно одинаковым уровнем образования и жизненным опытом. Одним из видов социального воспитания у социальных служб учреждений высшего профессионального образования принято считать привлечение студенческой молодежи к общественной работе. Эта форма является общей и распространенной во многих учебных заведениях. Также студенты имеют высокую заинтересованность к самоуправлению, которое влияет на формирование инициативности, деловитости, практических навыков, организаторских способностей, то есть на качество самостоятельного человека. Большое значение

учащаяся молодежь уделяет информированности студентов о функциях и формах деятельности студенческих организаций, органов самоуправления. Задача службы вуза заключается в том, чтобы способствовать более интенсивному привлечению студентов к процессам, которые влияют на социализацию молодежи [4].

Социально-педагогическая технология поддержки – это наиболее оптимальная последовательность совместного взаимодействия социального педагога (поддерживающего, субъекта поддержки) и объекта поддержки (студента), которая позволяет обеспечивать рациональное самовыражение объекта в конкретной ситуации, необходимой для успешной реализации процесса обучения, жизненного и профессионального самоопределения. Социально-педагогические технологии поддержки можно объединить в несколько групп:

– технологии, которые связаны с осуществлением общих процессов. Они соответствуют целям и задачам, стоящим перед социально-педагогической поддержкой. Эти технологии направлены на обеспечение социализации личности и ее социальное развитие (социальное образование, формирование, воспитание, становление и закаливание);

– специфические технологии социально-педагогической поддержки по функциональному признаку: диагностирование, оценивание, прогнозирование, моделирование, проектирование, программирование. Кроме того, к ним относятся технологии планирования, реализации цели и задачи социально-педагогической поддержки, осуществление обратной связи и информационное обеспечение жизнедеятельности человека в зависимости от социально-педагогической ситуации;

– ситуационные социально-педагогические технологии: адаптации, анимации, компенсации, консультирования, контроля, коррекции, мобилизации, обеспечения, посредничества, просвещения, профилактики, экспертизы.

Таким образом, задачей современного образовательного процесса является подготовка человека к постоянным жизненным переменам. Именно поэтому образование должно представлять не только педагогическую сферу, но и социальную, целью которой будет формирование креативной, интеллектуальной силы студента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грушецкая, И.Н. Влияние социально-педагогической деятельности на профессиональное становление студента вуза // Социальная педагогика: интеграция теории и практики: сб. науч. трудов аспирантов и молодых учёных / сост. О.С. Щербинина; науч. ред. В.М. Басова. – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2012.
2. Социальная работа с различными группами населения / под ред. Н.Ф. Басова. – М.: КНОРУС, 2012.
3. Лагереv, В.В. Адаптация студентов к условиям обучения в техническом вузе и особенности организации учебно-воспитательного процесса с первокурсниками / В.В. Лагереv. – Москва, 1991. – 48 с.
4. Косолапов, А.Б. Проблемы изучения, сохранения и развития здоровья студентов / А.Б. Косолапов, В.А. Лофицкая. – Владивосток, 2002. – 154 с.

РАЗДЕЛ 3.
МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

УДК 66.011

**АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ ТЕМПЕРАТУР В ПЕНОСТЕКЛЕ**

М.О. Баканов, С.Н. Никишов, В.В. Морозов
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В работе приводится аналитическое и численное решение распределения температурных полей в пеностекляной шихте при термической обработке. Показаны недостатки и достоинства данных решений. Рассмотрены возможные способы совершенствования применяемых методик моделирования.

Ключевые слова: пеностекло, термическая обработка, теплоперенос, математическая модель

**ANALYTICAL AND NUMERICAL METHODS FOR MODELING THE DISTRIBUTION
OF THE TEMPERATURE PROFILE IN FOAM GLASSES**

M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, V.V. Morozov

The paper provides an analytical and numerical solution of the distribution of temperature fields in a foam-glass charge during heat treatment. The shortcomings and advantages of these solutions are shown. Possible ways of improving the applied modeling techniques are considered.

Keywords: foamed glass, heat treatment, heat transfer, mathematical model

Теоретической базой для моделирования процессов термической обработки, является теория теплопереноса, учитывающая взаимосвязь и взаимозависимость между тепловыми характеристиками обрабатываемого материала и источников высокой температуры [3].

Технология производства пеностекла, а также режимы термической обработки связано с процессами температурного воздействия источников радиационного излучения с поверхностями обрабатываемых форм для вспенивания [7]. Поэтому необходимо акцентировать внимание на вопросах радиационно-конвективного теплообмена [4] между излучателем и поверхностью форм для вспенивания, моментах продвижения теплового фронта вглубь изделия как на стадиях нагревания, вспенивания, отжига, так и последующего охлаждения системы.

Единственным недостатком пеностекла по сравнению с другими теплоизоляторами, является его высокая стоимость [2], данный фактор возможно исключить или минимизировать путем изменения применяемого исходного сырья, использованием дополнительных химических веществ, изменением способов изготовления пеностекляных материалов и др. Для того чтобы сформировать представление о возможных путях совершенствования технологии пеностекла и возможностях влияния на формируемые физико-химические свойства, потребуется всестороннее изучение технологического процесса [9].

Решение данного вопроса экспериментальным путем, физически просто не возможно, поэтому потребуются разработка многокритериальной математической модели способной смоделировать весь технологический процесс, начиная от применяемого исходного сырья и изменением его свойств на стадиях термического воздействия на пеностекляную шихту [11]. В настоящее время такой математической модели нет [10], поэтому вопросы разработки такой модели на сегодняшний день остаются весьма актуальными.

Касаемо технологии производства пеностекла можно отметить следующее, что в открытом доступе имеются наработки полученные в прошлом веке. Мировые лидеры по производству пеностекла не распространяют свои технологии производства [1].

Для разработки математической модели, позволяющей спрогнозировать теплофизические свойства готового продукта, в процесс термической обработки пеностекляной шихты необходимо решить ряд задач [12].

Первая задача состоит в том, чтобы описать распределение температурных полей в объеме пеностекляной шихты в зависимости от изменения коэффициента теплопроводности α по координате и времени. Это возможно сделать двумя путями:

1. Решить задачу аналитическим методом.
2. Решить задачу с помощью компьютерного моделирования.

Вторая задача состоит в том, чтобы найти условия для равномерного формирования пор по объему материала.

Для решения первой задачи первым путем рассмотрим краевую задачу переноса теплоты вещества представленную нелинейным неоднородным дифференциальным уравнением параболического типа в частных производных [5]:

- краевая задача теплопроводности:

$$\rho(u, t) \cdot c(u, t) \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda(u, t) \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial x} \right], \quad (1)$$

где $\rho(u, t)$, $c(u, t)$, $\lambda(u, t)$ - теплофизические свойства материала пеностекляной шихты (плотность, теплоемкость, теплопроводность), в общем случае зависящие от влагосодержания и температуры.

- начальное условие:

$$t(x, \tau)|_{\tau=0} = t_0(x) \quad (2)$$

- граничные условия:

$$t(x, \tau)|_{x=0} = f_n(\tau) \quad (3)$$

$$\left. \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial x} \right|_{x=\frac{L}{2}} = 0 \quad (4)$$

Опуская несложные, но громоздкие преобразования, окончательное решение краевой задачи в области оригиналов примет следующий вид:

$$\begin{aligned} T(\bar{x}, Fo) = & 1 - \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)} \sin \left[\frac{\pi}{2} (2n-1) \bar{x} \right] \cdot \\ & \cdot \exp \left[-\frac{\pi^2}{4} (2n-1)^2 Fo \right] + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \sin \left[\frac{\pi}{2} (2n-1) \bar{x} \right] \cdot \int_0^1 T_0(\xi) \cdot \\ & \cdot \sin \left[\frac{\pi}{2} (2n-1) \xi \right] d\xi \cdot \exp \left[-\frac{\pi^2}{4} (2n-1)^2 Fo \right] \end{aligned} \quad (5)$$

Результаты расчетов по выражению (5) приведены на рисунке 1 в виде кривых, иллюстрирующих изменение безразмерных температур по безразмерной координате в зависимости от безразмерного времени процесса.

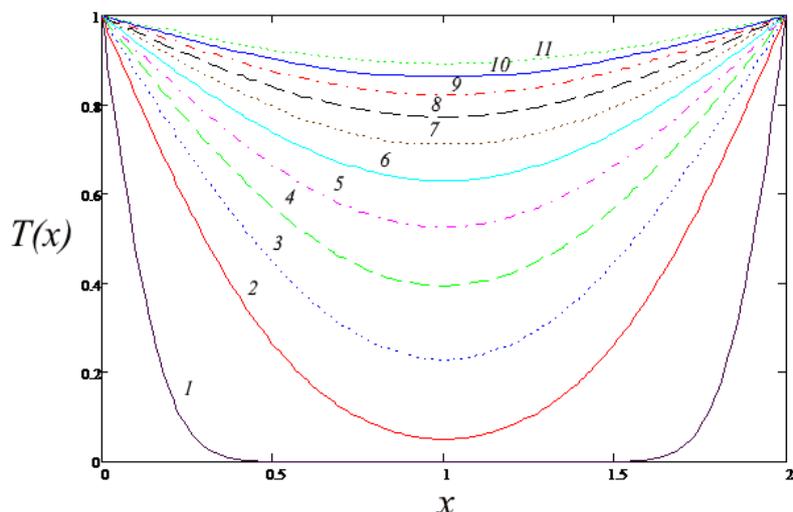


Рис. 1. Иллюстрация расчетов по выражению (5) при Fo: 1) 0,01; 2) 0,1; 3) 0,2; 4) 0,3; 5) 0,4; 6) 0,5; 7) 0,6; 8) 0,7; 9) 0,8; 10) 0,9 11) 1

Решение первой задачи вторым путем покажем на примере решения дифференциального уравнения теплопроводности для одномерного случая с применением численных конечно-разностных методов [8]:

$$\frac{dt(x,\tau)}{d\tau} = a \cdot \frac{d^2t(x,\tau)}{dx^2}, \quad (6)$$

где $t(x, \tau)$ – значение температуры в координате x в момент времени τ (°C).

Частные производные заменяется на численные аналоги [8]:

$$[t_{i+1}(r) - t_i(r)]/\Delta\tau, \quad (7)$$

$$[t_i(r-1) - 2t_i(r) + t_i(r+1)]/(\Delta l)^2, \quad (8)$$

где $i = 0, m$ – номер временной точки расчета; $r = 0, N$ – номер точки по толщине l ; $\Delta l = l/N$ l – толщина слоя; $\Delta\tau$ – шаг по времени.

Тогда формулы примет вид:

$$t_{i+1}(r) = t_i(r) + \Delta\tau \cdot a \cdot [t_i(r-1) - 2t_i(r) + t_i(r+1)]/(\Delta l)^2 \quad (9)$$

при $r = 1, N - 1$

При $r = 0$:

$$Q_{c1}(0) = d^2t(0, \tau) / dx^2 = 2a_1 \cdot [t_{c1}(\tau) - t_i(0)] / (\lambda \Delta l) \quad (10)$$

При $r = N$:

$$Q_{c1}(N) = d^2t(l, \tau) / dx^2 = 2a_2 \cdot [t_{c2}(\tau) - t_i(N)] / (\lambda \Delta l), \quad (11)$$

где a_1, a_2 – коэффициенты конвективной теплоотдачи для нижней и верхней поверхностей изделия (Вт/(м²град)); $t_{c1}(\tau), t_{c2}(\tau)$ – температуры среды под и над пластиной (°C); λ – коэффициент теплопроводности материала (Вт/(м·град)).

При расчете радиационного теплообмена с учетом закона Стефана–Больцмана по аналогии с (3) и (4) вторые производные на поверхностях $r=0$ и $r=N$ находятся по выражениям:

$$\begin{cases} Q_{R_1}(0) = 2\varepsilon_{s1}\sigma[T_{H1}^4(\tau) - T_i^4(0)]/\lambda \Delta l \\ Q_{R_1}(N) = 2\varepsilon_{s2}\sigma[T_{H2}^4(\tau) - T_i^4(N)]/\lambda \Delta l \end{cases} \quad (12)$$

где ε_{s1} , ε_{s2} – приведенные степени черноты нижней и верхней ограждающих поверхностей технологического оборудования; $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-12}$ (Вт/(м²К⁴)) – постоянная Стефана–Больцмана; $T_{H1}(\tau)$, $T_{H2}(\tau)$ – температуры ограждающих поверхностей под и над изделием (К).

С учетом передачи тепла точкам поверхностей изделия от внутренних соседних точек за счет теплопроводности получим окончательные выражения для расчета температур поверхностей плоского тела в виде:

$$\begin{cases} t_{i+1}(0) = t_i(0) + \Delta\tau \cdot a \cdot [2(t_i(1) - t_i(0))/(\Delta l)^2 + Q_{c_i}(0) + Q_{R_1}(0)] \\ t_{i+1}(N) = t_i(N) + \Delta\tau \cdot a \cdot [2(t_i(N-1) - t_i(N))/(\Delta l)^2 + Q_{c_i}(N) + Q_{R_1}(N)] \end{cases} \quad (13)$$

Применяя функцию *pdepe*, среды программирования Matlab, задавая правильные значения трех функций, а именно *pdedif*, *pdebeg* и *pdebound*, можно получить распределение температурных полей в пеностекольной шихте в любой момент времени [6]. Используя определенный алгоритм описания указанных уравнений в среде программирования Matlab адаптируя их для трехмерного пространства можно получить трехмерное отображение температурных полей (Рис.2), что положительно повлияет на совершенствование технологического процесса производства.

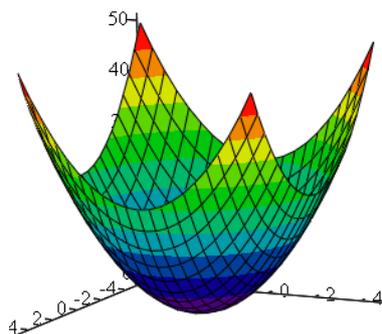


Рис. 2. Иллюстрация распределение температурных полей в пеностекольной шихте при использовании среды программирования Matlab

Решение второй поставленной задачи возможно путем применения инженерно-технических решений и проверки их эффективности и приемлемости экспериментальными исследованиями.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, для определения времени, при котором пеностекольная шихты нагреется до температуры разложения газообразователя, необходимо решить внутреннюю задачу нагрева шихты. Для решения такого рода задач, больше подходят численные методы решения с использованием современных программных продуктов таких как Matlab, Matcad и др. Однако исследователям в такие случаи не совсем ясным остается механизм производимых расчетов, что может привести к ошибкам в расчетах. Аналитические расчеты, производимые в одной плоскости, более прозрачны и с помощью таких расчетов можно видеть всю складывающуюся картину процесса. Используя метод суперпозиций, путем перемножения температурных величин, можно установить закономерности нагрева пеностекольной шихты в трех плоскостях и определить температуру в любой точке материала, как и при численных методах расчета, однако графически изобразить полученные результаты, для наглядности, очень проблематично в отличие от решений с применением ЭВМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баканов М.О. Моделирование процессов теплообмена при термической обработке пеностекла / М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2015) [Текст]: сборник материалов XVIII международного научно-практического форума (26-29 мая 2015 года). – Иваново: ИВГПУ, 2015. – С. 270-273.
2. Баканов М.О. О необходимости комплексного подхода к математическому моделированию процессов термической обработки пеностекляной шихты на всех стадиях его производства / М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Международная on-line конференция к 70 - летию заслуженного деятеля науки РФ, член-корреспондента РААСН, доктора технических наук, Лесовика Валерия Станиславовича «Интеллектуальные композиты для зеленого строительства» [Электронный ресурс]. г. Белгород, 2016.
3. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. - М.: Высш. шк., 1989. - 384 с.
4. Городов Р.В. Математические модели нагрева шихты в процессе производства пеностекла / Р.В. Городов, А.В. Кузьмин // Высокие технологии, фундаментальные исследования, образование: материалы докладов VII Международной науч.-практ. конф. – С-Пб., 2009. – С. 321-322.
5. Дмитриевич А.Д. Определение теплофизических свойств строительных материалов / А.Д. Дмитриевич – М.: Госстройиздат, 1963. – 204 с.
6. Лазарев Ю.Ф. Моделирование процессов и систем в MATLAB: учеб. курс. СПб: Питер, 2005. 512 с.
7. Мазурин О.В., Белоусов Ю.Л. Отжиг и закалка стекла: учеб. пособие. М.: Изд-во МИСИ и БТИСМ, 1984. 114 с.
8. Марголис Б.И. Программы моделирования температурных полей в изделиях плоской формы / Международный научно-практический журнал "Программные продукты и системы". 2016. № 2 (114). С. 124-127.
9. Федосов С.В. Вариативность подходов к математическому моделированию процессов термической обработки пеностекляной шихты / С.В. Федосов, М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 110-116.
10. Федосов С.В. Основные принципы технологии получения теплоизоляционного пеностекла, подходы к моделированию / С.В. Федосов, М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук, Баженова Юрия Михайловича [Электронный ресурс]. Белгород, 2015.
11. Федосов С. В. Подходы к моделированию процессов термической обработки пеностекляной шихты. Постановка задачи. / С.В.Федосов, Н.Л. Федосова, М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений [Текст]: сб.науч.тр. - Иваново: ИВГПУ, 2015. Вып. 1. С. 10-19.
12. Федосов С.В. Пеностекло: особенности производства, моделирование процессов теплопереноса и газообразования / С.В. Федосов, М.О. Баканов // Academia. Архитектура и строительство. №1. 2015. С. 108-113.

УДК 519.257

ДЕМОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. С. Руданова, М. Г. Есина
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Статья затрагивает демографические процессы, которые происходят в Ивановской области и исследование демографической ситуации на основании статистических данных и математических вычислениях.

Ключевые слова: Ивановская область, прогнозирование, демография, численность населения, демография, человек

DEMOGRAPHIC FORECASTING OF THE NUMBER OF THE POPULATION OF THE IVANOVO REGION

Y. S. Rudanova, M. G. Esina

The article touches upon the demographic processes that occur in the Ivanovo region and the study of the demographic situation on the basis of statistical data and mathematical calculations.

Keywords: Ivanovo region, forecasting, demography, population, demography, people

*«...Глубоких исследований по демографической проблематике у нас крайне мало. Нам нужна такая информация и такой анализ»
В.В. Путин (заседание Совета Безопасности РФ,
20 июня 2006 года)*

Целью данного исследования является анализ демографических процессов, происходящих в Ивановской области за последние 30 лет, и прогнозирование численности населения Ивановской области на 35 лет.

Демографическое прогнозирование – это предсказание изменений демографического состояния населения, основанное на исходных статистических данных и методиках вычислительной математики, по истечении строго определенного или заданного времени.

Демографические прогнозы делятся на 3 типа: краткосрочные (на 1-5 лет); среднесрочные (5-25); долгосрочные прогнозы (на период более 25 лет).

В данной статье мы обратимся к долгосрочному прогнозу. Численность населения Ивановской области в последние годы снижается. Такая ситуация создает проблемы в разных сферах. Например, снижение рождаемости приводит в будущем к уменьшению численности трудоспособного населения [1].

Поэтому важно дать прогноз численности населения Ивановской области, принимая во внимание естественное движение населения и продолжительность жизни населения.

По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ивановской области за 2008-2018 годы численность населения составила:

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1079605	1073071	1061651	1060109	1054040	1048961	1043130	1036909	1029838	1023170	1014620

Анализируя данные можно сделать вывод о том, что численность населения в период с 2008 по 2018 сократилось на 64 985 человек (табл.1, рис.1).

Таблица 1. Естественное движение населения

	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016
Число родившихся	8592	9639	11078	11732	11592	11753	11147
Число умерших	24651	24418	19604	17038	17059	16584	16489
Сальдо естественного движения населения	-16059	-14779	-8526	-5306	-5467	-4831	-5342

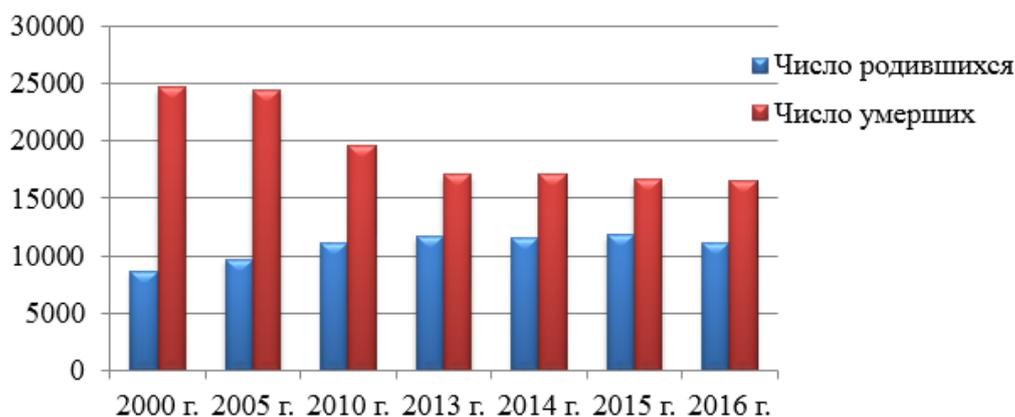


Рис. 1. Естественное движение населения

Анализируя данные естественного движения населения, можно говорить о том, что в Ивановской области имеется естественная убыль населения. Но сравнивая показатели с 2000 по 2016 гг., можно сделать вывод: число родившихся за этот период увеличивается, а число умерших уменьшается.

Данные по возрастному составу населения говорят о том, что в период с 1989 по 2017 гг. снизилась численность трудоспособного возраста. Одна из основных причин – отсутствие рабочих мест. Возрастает численность старше трудоспособного возраста (табл.2, рис. 2.).

Таблица 2. Возрастной состав населения

	Количество людей				На 1000 мужчин данного возраста приходится женщин			
	1989	2002	2010	2017	1989	2002	2010	2017
Моложе трудоспособного возраста	273616	180058	149966	167074	967	949	955	953
Трудоспособный возраст	716372	679670	635225	564568	940	1010	940	901
Старше трудоспособного возраста	303828	288314	276393	291528	3269	2418	2932	2728

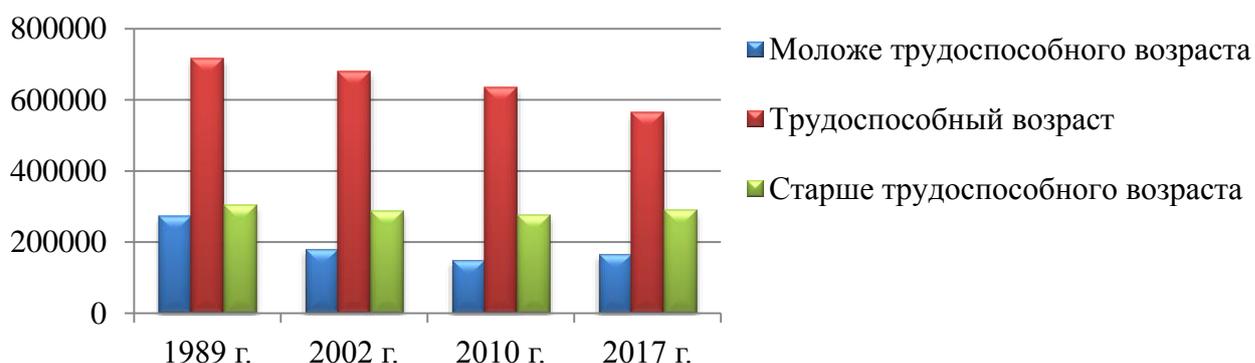


Рис. 2. Возрастной состав населения

Таблица 3. Ожидаемая продолжительность жизни

	2005 г.	2010 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Оба пола	62,2	67,1	69,8	69,9	70,6	70,8
Мужчины	55,1	60,8	63,9	63,8	64,7	64,9
Женщины	70,4	73,4	75,5	75,7	76,1	76,2

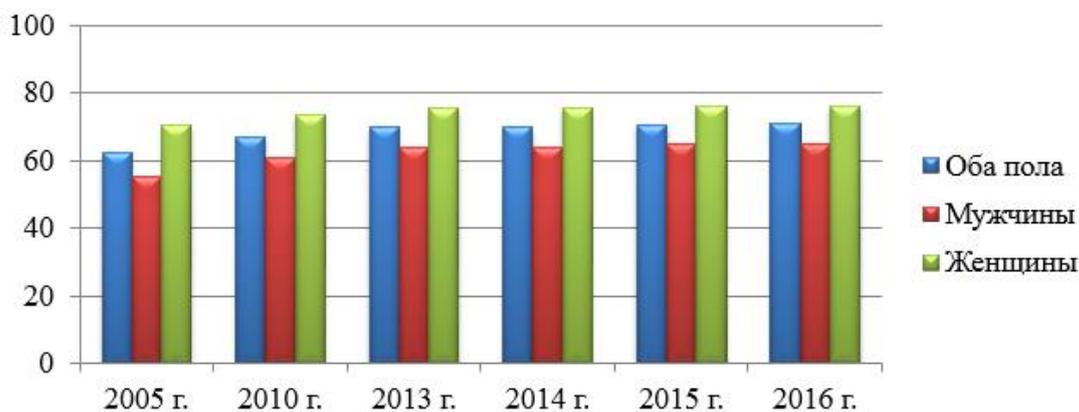


Рис. 3. Ожидаемая продолжительность жизни

Анализируя данные табл. 3 можно сделать вывод, что продолжительность жизни мужчин и женщин возрастает (рис.3). Это связано, как правило, с повышением уровня медицины и качества жизни.

Если средний абсолютный прирост будет неизменным на будущий период, тогда можно определить перспективную численность населения.

Рассчитаем по формуле: $S_t = S_H + \bar{\Delta} \cdot t$, где S_t – перспективная численность населения через t лет; S_H – численность населения на начало года; $\bar{\Delta}$ – среднегодовой абсолютный прирост численности населения за предыдущие годы.

Рассчитаем численность населения на 2017 год:

$$S_{17} = 1\,029\,838 + (-5\,236) \cdot 1 = 1\,024\,602$$

Рассчитаем численность населения на следующие 35 лет:

- 1) $S_{23} = 1\,014\,620 + (-5\,236) \cdot 5 = 1\,014\,620 - 26\,180 = 988\,440$
- 2) $S_{28} = 988\,440 + (-5\,236) \cdot 5 = 988\,440 - 26\,180 = 962\,260$
- 3) $S_{33} = 962\,260 + (-5\,236) \cdot 5 = 962\,260 - 26\,180 = 936\,080$
- 4) $S_{38} = 936\,080 + (-5\,236) \cdot 5 = 936\,080 - 26\,180 = 909\,900$
- 5) $S_{43} = 909\,900 + (-5\,236) \cdot 5 = 909\,900 - 26\,180 = 883\,720$
- 6) $S_{48} = 883\,720 + (-5\,236) \cdot 5 = 883\,720 - 26\,180 = 857\,540$
- 7) $S_{53} = 857\,540 + (-5\,236) \cdot 5 = 857\,540 - 26\,180 = 831\,360$

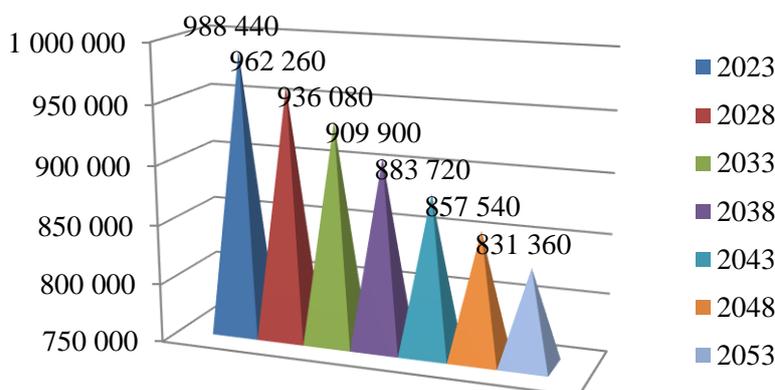


Рис. 4. Ожидаемая численность населения Ивановской области через 35 лет

Анализируя численность населения, мы наблюдаем постоянное снижение числа жителей Ивановской области.

С погрешностью численность населения через 35 лет уменьшится в 1,22 раза.

Чтобы увеличить численность населения Ивановской области нужно:

1. Сократить смертность и травматизм населения

– Сокращение уровня смертности и травматизма в результате дорожно-транспортных происшествий за счет повышения качества дорожной инфраструктуры, дисциплины на дорогах, организации дорожного движения, а также за счет повышения оперативности, качества оказания медицинской помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях на всех ее этапах;

– Сокращение уровня смертности и травматизма от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний за счет перехода в сфере охраны труда к системе управления профессиональными рисками (включая информирование работников о соответствующих рисках, создание системы выявления, оценки и контроля таких рисков), а также за счет экономической мотивации для улучшения работодателем условий труда;

– Сокращение уровня смертности от самоубийств за счет повышения эффективности профилактической работы с гражданами из групп риска, направленной на предупреждение суицидов;

– Сокращение уровня смертности от онкологических заболеваний за счет внедрения программ профилактики, а также за счет скрининговых программ раннего выявления онкологических заболеваний;

– Сокращение уровня смертности от ВИЧ/СПИДа и туберкулеза за счет совершенствования программ профилактики и лечения этих заболеваний, а также за счет применения новых инновационных технологий лечения;

– Сокращение уровня материнской и младенческой смертности.

2. Повышение качества жизни и увеличение ожидаемой продолжительности жизни

– Сохранение и укрепление здоровья населения, увеличение продолжительности активной жизни, создание условий и формирование мотивации для ведения здорового образа жизни, существенное снижение уровня заболеваемости социально значимыми и представляющими опасность для окружающих заболеваниями, улучшение качества жизни больных, страдающих хроническими заболеваниями, и инвалидов;

– Повышение доступности медицинской помощи для жителей сельской местности и отдаленных районов;

– Повышение уровня рождаемости за счет рождения в семьях второго ребенка и последующих детей;

– Укрепление института семьи, возрождение и сохранение духовно-нравственных традиций семейных отношений.

3. Привлечение мигрантов в соответствии с потребностями демографического и социально-экономического развития, с учетом необходимости их социальной адаптации и интеграции [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Помазкин Д.В. Влияние на рынок труда изменений половозрастной структуры. Научный интернет-журнал «Семья и социально-демографические исследования», 2014 г.
2. Указ Президента Российской Федерации от 09.10.2007 г. № 1351
3. http://ivanovo.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/ivanovo/ru/statistics/population/

УДК 519.25

ИНДЕКСЫ СРЕДНЕГО ВРЕМЕНИ ПРИБЫТИЯ ПЕРВОГО ПОЖАРНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ НА ПОЖАР В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2017 ГОДУ

И. А. Кайбичев
ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

Рассчитаны индексы среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской и сельской местностях Российской Федерации в 2017 году. Полученный результат может быть использован для обоснования распределения материальных ресурсов, разработке программ развития пожарной охраны в регионах Российской Федерации.

Ключевые слова: статистика пожаров, городская и сельская местности Российской Федерации, индекс прибытия первого пожарного подразделения на пожар, индекс Доу-Джонса

INDEXES OF THE AVERAGE TIME OF ARRIVAL OF THE FIRST FIRE DIVISION THE FIRE IN THE RUSSIAN FEDERATION IN 2017 YEAR

I. A. Kabichev

The indices of the average time of arrival of the first fire unit for a fire in the urban and rural areas of the Russian Federation in 2017 are calculated. The obtained result can be used to justify the distribution of material resources, the development of fire protection programs in the regions of the Russian Federation.

Keywords: fire statistics, urban and rural areas of the Russian Federation, the average time of arrival of the first fire unit for a fire index, the Dow-Jones Average

Среднее время прибытия первого пожарного подразделения на пожар относят к числу важных показателей пожарной статистики [1]. В решении коллегии МЧС России «Об основных направлениях развития гражданской обороны в современных социально-экономических условиях» [2] обращено внимание на поиск новых научных подходов к управлению подразделениями Федеральной противопожарной службы МЧС России.

Ранее среднее время прибытия на пожар использовано Брушлинским [3] при работе математических моделей оперативной деятельности пожарной охраны. Проблемы обоснования численности пожарной охраны на объектах народного хозяйства рассмотрены Гаврилеем [4]. Необходимое число оперативных подразделений для защиты населенных пунктов от пожаров и численность противопожарной службы субъектов Российской Федерации определена в работах Матюшина [5]. Среднее время прибытия на пожар также использовали при имитационном моделировании деятельности пожарной охраны [6].

Совершенствование управления подразделениями ГПС приобретает актуальность в связи с необходимостью в реализации федерального закона Российской Федерации «О стратегическом планировании» [7]. Для этого необходимо провести анализ оперативного реагирования региональных подразделений Федеральной противопожарной службы МЧС России. Анализ ситуации принято выполнять с помощью специально разработанного метода или инструмента.

Аналогичные проблемы с оценкой ситуации существовали ранее в экономике и фондовом рынке. В качестве инструмента оценки были разработаны фондовые индексы. Наиболее известным из них является индекс Доу-Джонса [8].

Индекс среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в Российской Федерации был предложен в работах на примере статистических данных 2006-2010 годов [9-11]. Расчет этого индекса по данным 2016 года выполнен в работе [12]. На данный момент доступны статистические данные о пожарах в Российской Федерации за 2017 год [13]. Информация о среднем времени прибытия на пожар при этом представлена в разбивке по городской и сельской местностям России. Сводной информации по среднему времени прибытия на пожар в регионах Российской Федерации за 2017 год на данный момент нет.

Выполним расчет индексов среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской и сельской местностях Российской Федерации на основе статистических данных 2017 года. В процессе расчета эти данные были отсортированы в порядке убывания. Далее были выбраны 30 регионов Российской Федерации с максимальным средним временем прибытия первого пожарного подразделения на пожар. Эти регионы попали в листинг расчета индекса среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской местности России (табл. 1).

Таблица 1. Листинг расчета индекса среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городах Российской Федерации

№	Регион	Среднее время прибытия, мин	№	Регион	Среднее время прибытия, мин
1	Московская область	7,59	16	Республика Хакасия	6,44
2	Республика Дагестан	7,48	17	Воронежская область	6,38
3	Самарская область	7,32	18	Ханты-Мансийский авт. округ - Югра	6,35
4	Оренбургская область	7,21	19	Новосибирская область	6,34
5	Ульяновская область	7,20	20	Республика Крым	6,33
6	Приморский край	7,20	21	Волгоградская область	6,31
7	Свердловская область	7,11	22	Смоленская область	6,28
8	Алтайский край	7,02	23	Кабардино-Балкарская Республика	6,23
9	Хабаровский край	6,97	24	Тюменская область	6,19
10	Краснодарский край	6,91	25	Забайкальский край	6,16
11	г. Москва	6,89	26	Архангельская область	6,13
12	Омская область	6,80	27	Ставропольский край	6,02
13	Тамбовская область	6,75	28	Томская область	5,97
14	Ростовская область	6,50	29	Калининградская область	5,96
15	Красноярский край	6,46	30	Чувашская Республика - Чувашия	5,95
				Индекс среднего времени прибытия	6,62

Субъекты Российской Федерации, попавшие в листинг, можно считать опасными. Для них целесообразно разработать программы мероприятий по снижению среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской местности.

Величину индекса среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской местности России получили с помощью усреднения показателей регионов, попавших в листинг (табл. 1).

Среди субъектов Российской Федерации можно выделить кризисную группу. В неё целесообразно включить регионы, для которых среднее время прибытия первого пожарного подразделения на пожар превышает значение индекса. Так, в кризисную группу 2017 года попали

13 регионов: Московская область, Республика Дагестан, Самарская, Оренбургская, Ульяновская области, Приморский край, Свердловская область, Алтайский, Хабаровский, Краснодарский края, г. Москва, Омская, Тамбовская области.

Индекс среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в сельской местности Российской Федерации (табл. 2) рассчитан по аналогичной процедуре.

Таблица 2. Листинг расчета индекса среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в сельской местности Российской Федерации

№	Регион	Среднее время прибытия, мин	№	Регион	Среднее время прибытия, мин
1	Новгородская область	20,02	16	Московская область	13,55
2	Псковская область	19,57	17	Брянская область	13,54
3	Тверская область	17,08	18	Орловская область	13,43
4	Тамбовская область	15,92	19	Республика Дагестан	13,43
5	Смоленская область	15,68	20	Приморский край	13,29
6	Калининградская область	15,61	21	Рязанская область	13,07
7	Вологодская область	14,91	22	Республика Карелия	13,03
8	Белгородская область	14,91	23	Мурманская область	12,62
9	Ленинградская область	14,82	24	Новосибирская область	12,51
10	Республика Крым	14,67	25	Воронежская область	12,43
11	Кабардино-Балкарская Республика	14,34	26	Республика Северная Осетия - Алания	12,24
12	Республика Тыва	13,70	27	Ярославская область	11,84
13	Самарская область	13,67	28	Калужская область	11,48
14	Хабаровский край	13,63	29	Костромская область	11,48
15	Курская область	13,59	30	Республика Алтай	11,40
Индекс среднего времени прибытия					14,05

В кризисную группу для сельской местности включили регионы, для которых среднее время прибытия первого пожарного подразделения на пожар превышает значение индекса. Так, в кризисную группу 2017 года попали 11 регионов: Новгородская, Псковская, Тверская, Смоленская, Калининградская, Вологодская, Белгородская, Ленинградская области, Республика Крым, Кабардино-Балкарская Республика.

Индексы среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской и сельской местностях Российской Федерации позволяют провести сравнительный анализ пожарной опасности регионов. Они могут быть применены при обосновании методов оценки и ранжирования оперативного реагирования подразделений МЧС регионов. Возможно использование индекса при поиске методов и механизмов оптимального управления деятельностью противопожарных служб региона, а также совершенствования методов обоснования потребности подразделений ГПС в ресурсах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2017. – 124 с.

2. Об основных направлениях развития гражданской обороны в современных социально-экономических условиях [Текст]: решение коллегии МЧС России от 25 марта 2015 г. № 6/П.
3. Брушлинский Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы [Текст] / Н.Н. Брушлинский. – М.: Стройиздат, 1981. – 96 с.
4. Гаврилей В.М., Обоснование численности пожарной охраны на объектах народного хозяйства [Текст] / В.М. Гаврилей, В.Н. Тарасов, В.А. Колганов // Организационно-управленческие проблемы пожарной охраны: сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО, 1982. – с. 4-12.
5. Матюшин А.В., Определение необходимого числа оперативных подразделений пожарной охраны для защиты городских и сельских поселений от пожаров [Текст] / А.В. Матюшин, А.А. Порошин, Ю.А. Матюшин // Междун. науч.-практ. конференция «Технические и социально-гуманитарные аспекты профессиональной деятельности ГПС МЧС России: проблемы и перспективы. – Воронеж: Лиопринт, 2006 – с. 85-96.
6. Брушлинский Н.Н., Безопасность городов: имитационное моделирование городских процессов и систем [Текст] / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, П. Вагнер и др. – М.: изд. «ФАЗИС», 2004. – 172 с.
7. О стратегическом планировании в Российской Федерации: федеральный закон от 28 июля 2014 г. № 172-ФЗ (в ред. от 3 июля 2016 г.).
8. O’Sullivan A., Sheffrin S.M. Economics: principals in action. Boston: Pearson Prentice hall, 2007. 609 p.
9. Кайбичев И.А., Индекс среднего прибытия на пожар в Российской Федерации в 2006-2010 годах [Текст] / И.А. Кайбичев, Е.И. Кайбичева. // Актуальные проблемы и инновации в обеспечении пожарной безопасности. Материалы Дней Науки (1 – 5 декабря 2014). В 2 частях. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2015. – Часть 1. – с. 109-117.
10. Кайбичева Е.И., Расчет индекса среднего времени прибытия на пожар в Российской Федерации по данным 2006-2010 гг. [Текст] / И.А. Кайбичев, Е.И. Кайбичева. // Актуальные проблемы пожарной безопасности. Материалы XXVII Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию МЧС России. В 3 частях. – М.: ВНИИПО, 2015. – Часть 2. – с. 386-398.
11. Кайбичев И.А. Индексы пожарной опасности и оперативного реагирования ФПС МЧС России. [Текст] / И.А. Кайбичев, Е.И. Кайбичева. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2016. – 172 с.
12. Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И. Индекс среднего времени прибытия на пожар в Российской Федерации за 2016 год // XXIX Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России: в 2-х ч. Часть 2. – М: ВНИИПО МЧС России, 2017. – часть 2., с. 674-676.
13. Данные по пожарам в субъектах Российской Федерации за 12 мес. 2017 г. [Электронный ресурс] / Статистика пожаров РФ 2017. Электронная энциклопедия пожарной безопасности. – Режим доступа: wiki-fire.org.

УДК 669.1

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ДЕЖУРНОЙ СМЕНЫ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА УПРАВЛЕНИЯ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ АКАДЕМИИ

А. П. Пшанов, Н. Е. Егорова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В данной работе рассмотрены преимущества применения современных информационных технологий в территориальных подсистемах РСЧС для повышения эффективности защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Проанализированы наиболее современные программные продукты, используемые в настоящее время во время работы оперативной дежурной смены учебного центра управления в кризисных ситуациях академии.

Ключевые слова: программа, информация, управление, требования, оперативное управление

INFORMATION SUPPORT OF OPERATIONAL DUTY SHIFT OF THE TRAINING CONTROL CENTER IN CRISIS SITUATIONS OF THE ACADEMY

A. P. Pshanov, N. E. Egorova

In this work the advantages of application of modern information technologies in territorial subsystems of RSCS for increase of efficiency of protection of the population and territories from emergency situations are considered. The most up-to-date software products currently used during the operational duty shift of the training center for crisis management of the Academy are analyzed.

Keywords: program, information, management, requirements, operational management

Современное обилие масштабов чрезвычайных ситуаций (ЧС), невероятные объемы информации, которая постоянно должна перерабатываться, требуют применения новых и актуальных уведомительных технологий. С помощью автоматизации процесса ведения специализированной базы данных, время принятия решений при ЧС значительно сократится. Разработка программы позволит классифицировать и упорядочить разрозненную информацию и ускорить решение многих вопросов.

В соответствии с главными задачами центра управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) можно перечислить его основные функции (рис. 1).



Рис. 1. Основные функции центра управления в кризисных ситуациях [1]

Указанные задачи требуют быстрого реагирования в чрезвычайных ситуациях, поэтому создание современной программы, которая будет способна путём простого клика по названию ЧС открывать сразу все документы, относящиеся к ней – крайне необходима. Аналитический обзор использования действующей программы в ЦУКС дал возможность сделать следующие выводы: процесс сбора данных во время деятельности оперативно дежурной смены носит непроизвольный характер и требует применения новейших технических средств. Данные непоследовательны и нередко дублируются. Перечисленные факты позволяют сделать вывод о целесообразности разработки новой программы, позволяющей представлять информацию в виде единого целого (см. рис. 2). При возникновении ЧС данное программа позволит ощутимо сократить время принятия решений.

Во многих вузах можно найти готовые программы, однако их слепое копирование без глубокого анализа и аналитики, касающейся именно Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, не даст положительного результата. По мнению авторов, новая программа должна соответствовать следующим требованиям [2]:

- длительное хранение информации;
- интерактивный поиск информации, который не требовал бы специальных знаний и мог быть качественно проведен пользователем любого уровня;
- текущая информация должна включать в себя все необходимые сведения;
- финальная информация возможна в виде табличного документа или в виде графика;
- сортировка данных с применением фильтров;
- управление программной базой с удаленного носителя, через программу TeamViewer;
- вычисление логических операций с помощью базы данных.

<i>Программное обеспечение ЦУКС</i>		
В режиме повседневной деятельности	В режиме ЧС	В режиме повышенной готовности
Сбор, обработка данных, хранение информации	Ведение базовой документации по ЧС на объекте. Прогнозирование ЧС. Поддержка формализованных документов об угрозе распространения ЧС.	Формирование документов на ликвидацию ЧС. Формирование проекта – плана ликвидации ЧС. Контроль плана выполнения ЧС.

Рис. 2. Назначение программного средства для центра управления в кризисных ситуациях

Желательно, чтобы финальный блок информации автоматизированной системы был дополнен модулями, которые формируются на основе полученных числовых данных. Это могут быть:

- варианты распоряжений, приказов и других документов,
- графические проекты решений, которые затем могут изменяться в зависимости от развития ЧС,
- хранение на магнитных носителях.

Рассмотрим программу «АХОВ», которую разработали в Военно-инженерном университете МО РФ.

С помощью данной программы удобно прогнозировать масштабы зон заражения химическим и радиоактивным оружием, а также рассчитывать потери среди населения и планировать мероприятия для защиты людей. С помощью программы мы видим на экране монитора графическое изображение распространения облака заражения. Доступный интерфейс позволяет оперативно использовать возможности и ресурсы программы. При всех преимуществах программы хочется отметить: раскрывающиеся списки, переключатели, командные кнопки. Некоторые монотонные операции, которые необходимы для выхода исходных данных, полностью механизированы. Например, при загрязнении атмосферы

степень ухудшения ее состояния определяется автоматически по: дате, времени аварии, состоянию заражения облака.

Выбор платформы для использования в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России зависит от характерности задач, которые мы будем перед собой ставить. При аналитическом обзоре программного продукта мы можем сделать вывод о том, что существует большое отличие в архиве имеющейся информации, от существующего механизма в обычной программе Microsoft Word. Новая программа будет способна представить практически любой документ, в том числе видео, аудио и фотоматериалы (при необходимости). Создание данной программы позволит быстро оценивать ситуацию и уверенно ориентироваться в громадном объеме зарегистрированных электронных документов.

В ЦУКС МЧС России применяют программные средства ArcInfo и ArcView GIS, использующиеся наряду с отечественными исследованиями в сфере программирования. Они применяются для оценки ЧС. С помощью этих программ можно передавать данные по электронной карте, в виде диаграмм, графиков и таблиц. Используя стандартизованные возможности ArcView, а также специальные программы, сотрудник может самостоятельно провести анализ ЧС и распечатать данные анализа. На основании полученного материала руководитель может прогнозировать ЧС, результативно принимать решения по ликвидации последствий ЧС, размещать силы и средства и другие мероприятия. Создание данного программного обеспечения приведет к оперативному реагированию при прогнозе и анализе чрезвычайных ситуаций.

Создание новой программы на базе академии позволит сократить время, силы и средства при подготовке решений на ликвидацию ЧС. Программные средства должны отвечать всем современным требованиям предоставления информации, а именно [4, 5]:

1. Оперативность;
2. Информационность;
3. Многофункциональность;
4. Схематичность построения структуры;
5. Показательность отображения ситуации;
6. Трансфокация картографической основы;
7. Использование статистических и математических моделей по расчету и прогнозу ЧС.

Немаловажное значение при создании программы имеет последовательное осуществление наиболее удачных математических моделей кризисных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Постановление Правительства РФ от 30.12.03. № 794. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Попов С.Е. Компьютерное моделирование задач защиты населения от чрезвычайных ситуаций: учебное пособие. Москва, 2001.

3. Системный анализ и принятие решений / под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2009. 398 с.

4. Калинова А.А., Арбузова А.А. Обзор обучающих электронных ресурсов по программированию // сб. материалов II Межвузовской научно-практической конференции «Актуальные вопросы естествознания» / «ИПСА ГПС МЧС России. – Иваново, 2017 г.- С.180-183.

5. Солодун С.А., Егорова Н.Е. Об алгоритме разработки обучающей системы // Актуальные вопросы естествознания: сб. материалов II Межвузовской научно-практической конференции (12 апреля 2017) / «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – Иваново, 2017 г. С. 176 – 179.

УДК 004.658

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

М. С. Сыско, М. Г. Есина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В статье дано описание применения специализированных информационных технологий в стратегическом управлении. Приведен анализ современных программных продуктов, используемые в процессе управления. Выявлены достоинства и недостатки рассмотренных автоматизированных информационных систем (АИС).

Ключевые слова: цель управления, информационные технологии, программный продукт, Эксперт проект, BIG-Master

INFORMATION TECHNOLOGIES FOR DETERMINING THE GOALS OF MANAGEMENT

M. S. Sysko, M. G. Esina

The article describes the application of specialized information technologies in strategic management. The analysis of modern software products used in the management process is given. The advantages and disadvantages of the considered automated information systems (AIS) are revealed.

Keywords: purpose of management, information technology, software product, Expert project, BIG-Master

Задачей управления является развитие и совершенствование в течение определенного периода времени, различные принципы торговли, бизнеса, компаний. Могут быть три цели управления: цель идеального контроля не всегда возможна для достижения цели в течение определенного периода времени, цель управления достижима, результат планирования с некоторой степенью вероятности; Реальная цель управления - результат, который может быть достигнут за определенный период времени.

Достижение цели подразумевает выбор различных решений для разработки стратегических планов по внедрению усовершенствования организации производства, управления и инновационных технологий, эффективного использования материальных, финансовых и человеческих ресурсов.

Разработка мер для реализации стратегических задач, связанных с их распределением, и определение ответственных исполнителей и периодов времени, которые нашли отражение в бизнес-плане. Бизнес-план - это всеобъемлющий документ, состоящий из частей, структура и содержание которых строго не определены. Основные части:

- цели и задачи стратегической деятельности предприятия;
- обобщенное резюме основных параметров и показателей стратегии;
- характеристики продукции;
- анализ и оценка продаж на рынке;
- производственная программа;
- предоставление ресурсов;
- бюджетный план;
- эффективность стратегических решений;

Информационные технологии используют свои ресурсы в полном объеме для решения проблем стратегической финансовой политики и оценки стратегической деятельности предприятия.

Все функциональные блоки имеют тесную логическую и информационную связь, что позволяет использовать специализированные программные средства, такие как специализированный программный пакет Project Expert.

Третий этап конверсионной информации, связанный с реализацией механизма выживания бизнеса в сложных рыночных условиях.

Автоматизированные информационные технологии могут значительно облегчить работу работников, статистиков и других сотрудников предприятия, что экономит время для принятия важных управленческих решений в области стратегического управления.

Используя эту информацию, мы можем заключить, что применение информационных технологий в стратегическом управлении - очень важный процесс, который необходим для успешного достижения стратегических целей компании.

Программный продукт «Эксперт проекта»

Аналитическая система Project Expert - программа позволяет «жить» с запланированными инвестиционными решениями без потери средств, необходимых для предоставления финансовой отчетности потенциальным инвесторам и кредиторам, чтобы доказать им эффективность участия в проекте.

Незаменим для создания и выбора оптимального бизнес-плана развития, разработки финансовой части бизнес-плана, оценки инвестиционных проектов.

Позволяет моделировать деятельность различных отраслей и размеров - от небольших венчурных компаний до холдинговых компаний. Программа широко используется для финансового моделирования и разработки бизнес-планов производства и услуг в сфере банковского дела, телекоммуникаций, строительства, добычи нефти и нефтепереработки, транспорта, химической промышленности, пищевой промышленности и легкой промышленности, машиностроения, аэрокосмической промышленности, энергетики.

Эксперт проекта

- Разработка бизнес-планов, оценка и реализация инвестиционных проектов
- Планирование бизнеса. Разработка бизнес-плана предприятия.
- Финансовая модель проекта и компании
- Финансирование проекта. Оценка потребностей в капитальных вложениях и оборотных средств
- Оценка инвестиционных проектов
- Оценка рисков инвестиционных проектов
- Стоимость бизнеса
- Мониторинг показателей эффективности проекта вовремя и после его реализации
- Возможности обслуживания и простота разработки

Многие пользователи используют эту программу: правительственные агентства, многочисленные компании, банки, салоны и так далее.

Программный продукт BIG-Master

«BIG-Master» - это универсальная программа, которая помогает решать многие проблемы в бизнесе. Основной задачей, решаемой целевым «BIG-Master», является организация мероприятий. Многие из методов обеспечивают «BIG-Master», описывают стандарты как единственные существующие глобальные стандарты для эффективного управления рынком.

Таким образом, строительство сети предприятий различных стереотипов и улучшение рыночной монополии, организация деятельности, которая является основной целью продукта. Но такое полное решение может состоять из ряда частных задач, для которых использование «BIG-Master» может быть чрезвычайно продуктивным:

- Настройка стратегического управления
- Структурирование деятельности и формализация сфер ответственности
- Описание бизнес-процессов

- Правила управления персоналом
- Создание управления бюджетом
- Система управления качеством продукции (ISO 9000: 2000) - Подготовка к внедрению корпоративных информационных систем (СНГ)

BIG-Master не просит вашего дополнительного знания теории моделирования. Его цель - помочь доступным ресурсам представить и описать в визуальной форме структуру и процесс предприятия. Таким образом, чтобы увидеть, как он работает другим способом, и оценить качество организации и увидеть новые возможности для ее развития.

Модели BIG Master для описания бизнес-систем использовали множество функций, классификаторов, прогнозов, схем, рисунков, описывающих отношения между ними. Этот процесс также описывает специальные проекции и отражается в виде диаграмм и диаграмм.

Информационные технологии очень важны в экономическом обществе, что помогает значительно ускорить процесс получения, распространения и использования новых знаний. Влияя на качество интеллектуальных ресурсов общества, информационные технологии повышают уровень и качество самой жизни.

Управление современными предприятиями в условиях рыночной экономики - сложный процесс, включающий отбор и реализацию определенного комплекса управленческих действий для решения стратегических задач обеспечения устойчивого финансового и социально-экономического развития.

Создание мер для реализации стратегических целей связано с их определением и распределением по периодам времени и ответственным исполнителям, что отражено в бизнес-плане.

Информатизация производственного процесса может значительно снизить издержки производства и повысить его эффективность, тем самым увеличивая прибыль.

С каждым днем растет потребность в информационных технологиях. Существует множество программ, лазеек и стратегий для увеличения производства на рынке.

Применение специализированных информационных технологий в стратегическом управлении связано с тремя этапами преобразования информации. Для стратегического управления особое значение имеет третий этап, поскольку он связан с реализацией механизма выживания бизнеса в сложных рыночных условиях. Поэтому на данном этапе очень важно предусмотреть все возможные варианты развития предприятия. И для руководства компании возникает сложный выбор программного обеспечения.

Теперь компании все чаще используют аналитические рамки стратегического управления. Но на сегодняшний день низкая степень стратегического аналитического контроля в настоящее время на рынке поддерживает взгляд на стратегический менеджмент. Предлагаемая программа была лишь незначительной, чтобы обеспечить решение проблем, поскольку они были сформированы с развитием соответствующих потребностей рынка.

Теперь есть две причины, почему аналитические программы, такие как Project Expert, Biz Planner, Alta Plan и т.д. пользуются большим спросом: во-первых, это дорого, а во-вторых, неясно, как их использовать и что они хорошие для. Первое обстоятельство связано с низкой платежеспособностью большинства российских компаний. Второе, что более важно, является следствием незрелости процессов стратегического управления.

Можно с уверенностью сказать, что новый этап развития рынка аналитических систем, характеризующийся созданием сложных систем. Причина этого убеждения в том, что сегодня можно увидеть цепочку новых программ, которые вызывают повышенный интерес потребителей к таким аналитическим системам.

В контексте глобальной конкуренции и быстрых экологических изменений стратегия становится основным фактором обеспечения конкурентоспособности предприятия;

Последние процессы управления создадут условия для получения модельных решений, доступных для многих компаний.

Учитывая темпы изменений в управлении и компьютерных технологиях, можно прогнозировать появление на рынке в ближайшем будущем первых продуктов, принадлежащих к классу интегрированных систем стратегического управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баронов, В.В. Управление предприятием / В.В. Баронов. – М.: Дашков и К, 2011. – 312 с.
2. Информатизация бизнеса: концепции, технологии, системы / Под ред. А.М. Карминского. – М.: Инфра-М, 2008.
3. Информатика: Учебник. 3-е изд., перераб. / Под ред. Н.В.Макаровой. – М.: Владом, 2009.
4. Информационные технологии управления: Учебное пособие / Под ред. Г.А. Титоренко. – М.: Инфра-М, 2008.

УДК 004.92

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

М. Д. Бардачев, О.В. Хонгорова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В данной статье рассматривается 3D моделирование, применение широкого спектра возможностей 3D моделирования в области судебной экспертизы. Информационные технологии сегодня оказывают настолько значительное влияние на жизнь человека, что заставляют пересматривать все общественные отношения, как давно сложившиеся, так и вновь формирующиеся. Внедрению новых технологий во все сферы государственной и общественной деятельности, а также частной жизни посвящены не только многочисленные научные труды. Государственный интерес к этой проблеме подтверждают разрастающийся массив информационного законодательства, а также государственные стратегии, концепции и программы, посвященные информационному развитию.

Ключевые слова: 3D моделирование, 3D технологии, фотокомпозиционный портрет

THE USE OF 3D MODELING IN THE FIELD OF FORENSICS

M. D. Bardachev, O. V. Khongorova

This article discusses 3D modeling, the use of a wide range of 3D modeling capabilities in the field of forensic examination. Information technologies today have such a significant impact on human life that they force us to review all social relations, both long-established and newly formed. The introduction of new technologies in all spheres of state and public activity, as well as private life is devoted not only to numerous scientific works. The growing body of information legislation, as well as state strategies, concepts and programs devoted to information development confirm the state's interest in this problem.

Keywords: 3D modeling, 3D technologies, photo-composite portrait

Одним из самых главных направлений внедрения информационных технологий представляется правоохранительная и судебная деятельность. Между криминалистикой и преступным сообществом всегда существовала «гонка вооружений»; нельзя забывать, что новые технологии – это новые средства и способы совершения преступлений, новые возможности для

преступной деятельности, и правоохранительные и судебные органы должны иметь адекватные средства противодействия современной преступности.

Следует отметить, что за рубежом современные информационные технологии все шире внедряются в деятельность по раскрытию и расследованию преступлений. В России этот процесс идет гораздо медленнее, хотя отдельные шаги в этом направлении уже сделаны.

Наиболее актуальны проблемы, связанные с использованием в криминалистике и судебной экспертизе 3D сканирования, 3D моделирования и технологий виртуальной реальности. Область применения таких технологий достаточно широка.

В первую очередь, это судебная медицина и судебная антропология: компьютерные технологии применяются для реконструкции последовательности и характера телесных повреждений, фиксации и исследования раневых каналов, реконструкции лица по черепу, возрастной реконструкции.

Последние исследования в этой области подтверждают, что технологии 3D сканирования и 3D моделирования эффективны для реконструкции и последующей идентификации неопознанных трупов, подвергшихся сильной постмортальной деформации, -сгоревших, длительное время находившихся в воде, мумифицированных и т.д. В основе современной методики идентификации неопознанных трупов лежат исследования и расчеты толщины и других особенностей мягких тканей в зависимости от строения черепа. Сделанные М.М. Герасимовым еще в середине XX в.

Однако сегодня все действия осуществляются с помощью компьютерных технологий: череп сканируется, и далее эксперт работает с его трехмерной моделью - в специальной компьютерной программе осуществляет необходимые расчеты и графическое моделирование лица. Существует также компьютерная программа, позволяющая реконструировать возрастные изменения внешности человека, чтобы установить, например, как будет выглядеть без вести пропавший ребенок через несколько лет.

Технологии 3D сканирования и 3D моделирования эффективны и для точной фиксации и последующего детального анализа повреждений на костях и мягких тканях. Кроме того, разрабатываются новые методики, позволяющие использовать 3D технологии для решения самых разнообразных задач судебной медицины. Среди них можно назвать методику определения пола жертвы на основе компьютерного анализа трехмерного изображения черепа; фиксацию с помощью трехмерной фотометрии и последующее исследование 3 D-модели следов укуса на мягких тканях; основанное на компьютерном моделировании диагностическое исследование следов крови, зафиксированных на месте происшествия с помощью лазерного 3D сканирования и др.

Отмечается, что использование 3D технологий обеспечивает надежную и быструю фиксацию телесных повреждений и других следов биологического происхождения в такой форме, которая позволяет сохранить все детали в неизменном виде, пригодна для длительного хранения и последующего исследования. Так, сканирование скелетированных останков или телесных повреждений осуществляется очень быстро и может быть сделано прямо на месте происшествия. Это экономит время и позволяет проводить несколько исследований одновременно, например, начать реконструкцию лица до того, как будет закончено вскрытие. Сканирование трупа во время вскрытия позволяет воссоздать, например, трехмерную модель всех раневых каналов. Такая модель будет особенно полезна в случае необходимости проведения повторной судебно-медицинской экспертизы спустя длительное время, поскольку надежно и полно фиксирует все особенности повреждений, в отличие от вербального описания в экспертном заключении, в значительной степени субъективного и допускающего неоднозначное толкование. Работать с компьютерными изображениями удобно еще и потому, что полученные результаты можно сразу сравнить с любой имеющейся в распоряжении правоохранительных органов базой данных (лиц, пропавших без вести, осужденных, оружия и предметов, используемых в качестве оружия, и т.д.), которые также существуют в электронном виде.

Помимо судебной медицины 3D технологии применяются и в других сферах, связанных с расследованием преступлений. Одна из них - активно развивающаяся биометрическая идентификация с использованием 3D технологий, как по изображениям лица или черепу (даже составление фотокомпозиционного портрета сегодня осуществляется с помощью специальных компьютерных программ и в 3D формате), так и менее традиционные направления, например, по ушной раковине.

Исследованиями последних лет подтверждена актуальность использования компьютерных технологий при работе криминалистов на месте происшествия. Например, применение технологий лазерного 3D сканирования эффективно при изъятии следов обуви, босых ног, рук, зубов. Кроме того, как уже упоминалось выше, данные технологии используются при фиксации и последующем анализе следов укуса на мягких тканях человека. Существуют исследования, посвященные использованию компьютерных технологий в работе со следами зубов на других поверхностях, протекторов шин и других следов с хрупких или мягких следовоспринимающих поверхностей, на которых применение традиционных технико-криминалистических средств затруднительно, либо если сам материал следообразования чрезвычайно хрупок. Поскольку лазерное сканирование осуществляется бесконтактным методом, оно не только облегчает фиксацию следов, но и позволяет один и тот же след использовать разными методами, получить больше информации: например, обнаруженная на месте происшествия жевательная резинка сохраняет и следы зубов, и ДНК; лазерное сканирование позволяет сделать слепки зубов, не повредив ДНК, в отличие от традиционных средств фиксации объемных следов. Применение 3D технологий позволяет решать и другие задачи, возникающие при работе со следами преступления, например, реконструировать объекты малых размеров.

Одно из самых перспективных направлений применения технологий лазерного 3D сканирования в криминалистике - полное сканирование места происшествия и последующая работа следователя и экспертов с 3D моделью, позволяющей вновь и вновь возвращаться на место происшествия, где время, освещение, погодные условия и мельчайшие следы не подвергаются изменениям, как бы законсервированы. В настоящее время существуют технологии создания 3D модели места происшествия из 2D фотографий. Достаточно эффективным признается также использование панорамной 3D фотосъемки. Однако модель, получаемая после полноценного сканирования, будет более детализированной, а, следовательно, более удобной и эффективной для работы; специальное оборудование и программное обеспечение для этого уже существуют и активно используются на практике за рубежом.

3D модели места происшествия, полученные в результате лазерного сканирования, удобны не только для работы следователя или судебного эксперта, но и для восприятия судом и присяжными: они позволяют детально реконструировать преступление и наглядно продемонстрировать в зале суда, что произошло на месте происшествия, причем не статично, а в динамике.

В криминалистике используются уже не только технологии 3D моделирования, но и технологии виртуальной реальности. Так, например, уже проводились исследования по использованию технологий виртуальной реальности для опознания подозреваемых: этот метод, с одной стороны, безопаснее для свидетеля или потерпевшего, чем опознание в живую, а с другой - более надежен, чем опознание по 2D фотографии. При опознании в условиях виртуальной реальности опознающий не ограничен в выборе своей позиции, он может «подойти» к опознаваемому ближе, осмотреть его со всех сторон, т.е. получить больше деталей и ассоциаций, которые делают воспоминания ярче.

Представляет интерес возможность переноса в условия виртуальной реальности описанной трехмерной модели места происшествия, полученной в результате сканирования. Такая модель может быть использована для проведения проверки показаний на месте или судебно-психологической экспертизы достоверности показаний. Проверка показаний на месте часто проводится спустя значительный промежуток времени после самого преступления, когда обстановка места происшествия существенно изменилась. Виртуальная модель позволяет

оказаться на месте происшествия, каким оно было в момент первоначального осмотра. Убрав из модели отдельные детали обстановки места происшествия либо предположив, что на момент фиксации хода и результатов осмотра на месте происшествия уже не хватало каких-то предметов (например, они были похищены преступником, сокрыты лицом, первым прибывшим на место происшествия, и т. д.), можно предложить лицу, чьи показания проверяются, дополнить модель недостающими предметами, которые следует выбирать из имеющейся библиотеки образов (по аналогии с составлением фотокомпозиционного портрета) (рис. 1).

Возможности использования визуальных образов для активизации памяти – довольно старое направление исследований в области когнитивной психологии, однако новые технологии могут существенно повысить эффективность этого способа работы с воспоминаниями, поскольку восприятие обстановки места происшествия в условиях виртуальной трехмерной реальности, максимально приближенное к непосредственному восприятию этого же места, окажет более сильное воздействие на репродуктивные процессы памяти человека, чем двухмерные фото- или видеоизображения. Представляется, что технологии виртуальной реальности обладают большим потенциалом для криминалистики, и в дальнейшем область их применения может быть расширена.

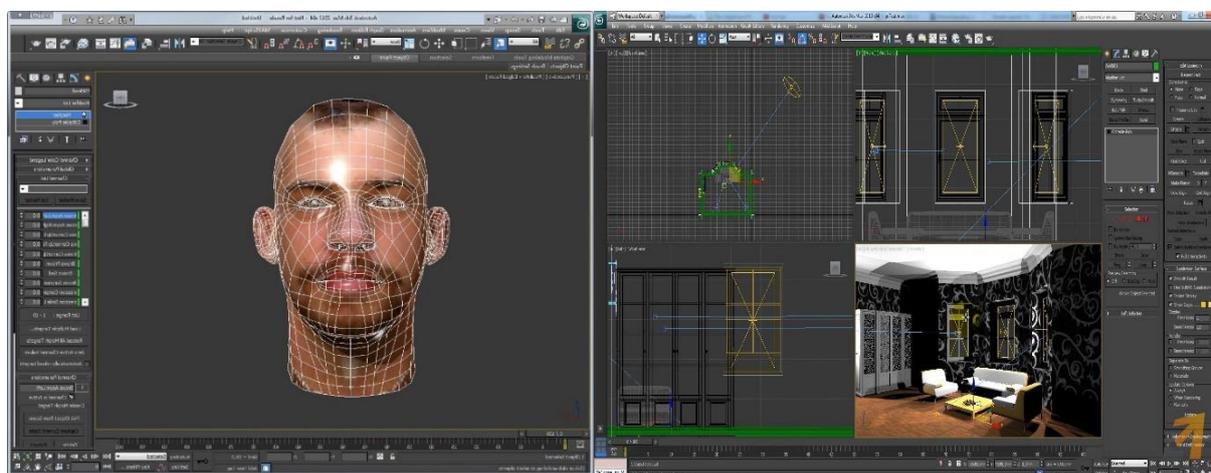


Рис. 1. 3D моделирование

Одна из наиболее актуальных тенденций в современной криминалистике и судебной экспертизе - компьютерное моделирование или реконструкция события преступления на основе анализа и обобщения различных первичных данных (протоколов осмотра места происшествия, допросов и других следственных действий) и заключений экспертов в России данное направление исследований иногда называют ситуационным моделированием или ситуационной (ситуалогической) экспертизой. Следует отметить, что впервые о подобном направлении экспертных исследований писал Л.Г. Грановский в 1970-х годах XX в. Предметом такой экспертизы можно назвать связи и отношения, объясняющие закономерности проявления свойств объектов в результате установления динамики механизма преступления. Ситуационная экспертиза объединяет отдельные самостоятельные исследования, между которыми существует логическая связь, определяет общее содержание, которое может отличаться по объему и степени детализации. В ходе проведения ситуационной экспертизы становятся возможными решение выдвигаемых версий, моделирование произошедших действий - как события в целом, так и действий отдельных участников, реконструкция одноэпизодных сложных преступлений, многоэпизодных преступлений, совершенных организованной группой, серийных преступлений. Однако именно сегодняшний уровень развития компьютерных технологий делает ситуационные исследования не просто потенциально эффективными, но и приносящими реальную пользу в расследовании преступлений.

Компьютерное моделирование позволяет свести воедино все имеющиеся по делу данные о событии преступления и как бы визуализировать всю следовую картину. Наглядность

3D модели и возможность анимации позволяют проверить и оценить различные следственные версии, увидеть противоречия или по-новому взглянуть на все доказательства, увидеть картину целиком. Вместе с тем, обращая внимание на значимость подобного метода в расследовании преступлений, нельзя забывать, что полученная в результате модель - не реальная картина произошедшего, а результат умозаключений на основе имеющейся информации, и подлежит оценке наряду с другими доказательствами.

Использование 3D технологий при расследовании уголовных дел, в том числе при производстве судебной экспертизы, ставит перед учеными не только практические задачи, связанные с проверкой эффективности этих технологий, поиском наилучшего оборудования и разработкой методик для решения конкретных задач, но и теоретические.

К последним можно отнести вопросы процессуального регулирования использования новых информационных технологий в уголовном судопроизводстве. Любое доказательство оценивается с точки зрения допустимости, относимости и достоверности, и любой новый источник доказательств, любое новое средство обнаружения, фиксации, изъятия и исследования доказательств должны обеспечивать эти качества. Большинство вопросов в связи с использованием новых технологий вызывает, конечно, допустимость и достоверность. Использование компьютерных технологий в судопроизводстве должно быть научно обосновано и апробировано, ему должны предшествовать теоретические исследования и эксперименты. В связи с этим актуальной является проблема методического обеспечения судебных экспертиз: в настоящее время экспертное сообщество ожидает принятия нового закона о судебно-экспертной деятельности, в котором должен быть урегулирован и этот вопрос. Кроме того, сотрудники правоохранительных органов сомневаются в возможности применения новых компьютерных технологий, например, лазерного 3D сканирования места происшествия, без внесения изменений в Уголовно-процессуальный кодекс РФ, касающихся, в том числе, закрепления электронного документа или электронного доказательства в системе доказательств. Необходимость подобных изменений остается дискуссионной.

Следует еще раз отметить, что использование 3D технологий в криминалистике и судебной экспертизе - только один аспект развития современного информационного общества. Сегодня правоохранительная и судебная деятельность, как и остальные общественные отношения, пересматриваются с точки зрения информационных процессов. Например, в фундаментальном трехтомном курсе криминалистики под редакцией О.Н. Коршуновой и А.А. Степанова эта наука рассматривается сквозь призму теории систем; появилось отдельное направление компьютерной криминалистики, посвященное особенностям расследования компьютерных преступлений; кафедрой уголовно-процессуального права, криминалистики и судебной экспертизы им. Н.В. Радутной Российской академии правосудия разрабатывается курс лекций «Компьютерные технологии в судебно-экспертной деятельности». Повлияют ли информационные технологии на сущность и принципы правоохранительной и судебной деятельности, криминалистики и судебной экспертизы или их отдельных направлений - еще предстоит узнать. Необходимость дальнейших исследований в этой области, как прикладных, так и теоретических, не вызывает сомнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационные системы : учеб. пособие / Е.В. Бурцева [и др.]. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 128 с.
2. Информационные технологии в юриспруденции : учеб. пособие / Е.В. Бурцева, А.В. Селезнёв, В.Н. Чернышов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2012. – 104 с.

УДК 004.45

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ В ОБЛАСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Т. Р. Асанов, М. Г. Есина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В статье описано внедрение и использование информационных технологий в сфере государственного и муниципального управления, использование в деятельности органов управления системы многоуровневых баз данных OLAP, позволяющей оперативно и качественно выполнять запросы пользователя.

Ключевые слова: информационные технологии, базы данных, OLAP

USE OF APPLIED PROGRAMS IN THE FIELD OF STATE AND MUNICIPAL MANAGEMENT

T. R. Asanov, M. G. Esina

The article describes the introduction and use of information technologies in the sphere of state and municipal management, the use of multi-level OLAP databases in the management bodies of the system, which allows quickly and qualitatively to fulfill the user's requests.

Keywords: information technologies, databases, OLAP

Одной из главных характеристик деятельности развитого современного государства – это степень её информационно-аналитического обеспечения, влияющая на все аспекты социального и экономического развития общества. Мировой опыт модернизации государственного управления подтверждает, что информационно-аналитическое обеспечение следует рассматривать как одно из стратегических направлений повышения эффективности работы на всех уровнях – государственном, отраслевом, региональном и международном.

С системной точки зрения идея информационного обеспечения органов государственной власти и управления основана на представлении о государстве как сложной многоуровневой операционной системе, имеющей в своём составе упорядоченное множество объектов организационного управления. Данные объекты упорядочены по иерархическим уровням управления, отношения между ними отличаются связями и процессами управления, подчинения и взаимодействия.

Работа правительства в этом свете представляет собой набор логически связанных массовых операций, выполняющих назначенные им функции управления. Операции могут быть направлены на достижение как стратегических целей государства, так и решение более простых задач. Для информационно-аналитической поддержки необходимы сложные организационные, методические и технические средства. Успех работы высших органов исполнительной и судебной власти во многом определяется качеством и скоростью их информационно-аналитических услуг. Эта задача должна решаться во многих областях. Одним из них является разработка и применение автоматизированных систем административного контроля и управления, созданных на основе внедрения информационных технологий. Эти системы должны быть необходимы для оперативной идентификации, обработки, оценки и представления сотрудникам в нужном виде в нужное время. Этот класс информационных систем использует данные не только одной организации, где находится информация о системе, но и информационных ресурсов других органов, используя для этого разные каналы связи.

Одной из таких программ, являющейся полезной и неотъемлемой частью деятельности сотрудников органов государственного и муниципального управления является система баз данных OLAP. OLAP (англ. *online analytical processing*, интерактивная аналитическая обработка) – технология обработки данных, направленная на подготовку суммарной информации на основе огромных массивов информации, структурированных по многомерному принципу. Реализации технологии OLAP являются элементами программных решений класса Business Intelligence.

Причина использования OLAP для анализа запросов – оперативность. Реляционные базы данных хранят сущности в отдельных таблицах, которые обычно хорошо нормализо-

ваны. Эта система удобна для операционных баз данных, но сложные многотабличные запросы в ней выполняются медленно.

OLAP-структура, созданная из рабочей информации, называется OLAP-куб. Куб создаётся из слияния таблиц с применением схемы звезды или снежинки. В центре схемы звезды находится таблица фактов, содержащая основные факты, по которым выполняются запросы. Таблицы с измерениями присоединены к таблице фактов. Эти таблицы показывают, как могут обрабатываться реляционные данные. Множество возможных агрегирований определяется количеством способов, которыми первоначальные данные могут быть иерархически отображены.

OLAP-куб включает в себя базовые данные и информацию об измерениях.

Куб содержит практически все данные, которые могут понадобиться для решения любых задач. При большом количестве запросов практически всегда расчёт производится только для определённых измерений, для прочих же выполняется «по требованию».

Существуют три типа OLAP:

- многомерная OLAP (Multidimensional OLAP – MOLAP);
- реляционная OLAP (Relational OLAP – ROLAP);
- гибридная OLAP (Hybrid OLAP – HOLAP).

MOLAP – обычная форма OLAP, поэтому обычно её называют просто OLAP. Она использует суммирующую базу данных и создаёт требуемую пространственную схему данных с сохранением как базовых данных, так и агрегатов. ROLAP работает с реляционным хранилищем, данные и таблицы с измерениями хранятся в реляционных таблицах, и для хранения агрегатов создаются дополнительные реляционные таблицы. HOLAP выполняет реляционные таблицы для хранения общих данных и многомерные таблицы для агрегатов.

Особенным случаем ROLAP можно назвать «ROLAP реального времени». В отличие от ROLAP в R-ROLAP для удержания агрегатов не создаются дополнительные реляционные таблицы, а агрегаты оцениваются во время запроса. При этом многомерный запрос к OLAP-системе автоматически преобразуется в SQL-запрос к реляционным данным.

Каждый тип хранения имеет определённые преимущества, но есть разногласия в их оценке у различных разработчиков. MOLAP больше всего подходит для малых наборов информации, он оперативно рассчитывает агрегаты и выводит ответы, но при этом создаются большие объёмы данных. ROLAP оценивается как более оптимальное решение, занимает наименьшее необходимое пространство. Но скорость анализа серьёзно снижается. HOLAP является чем-то средним между этих двух подходов, он здорово масштабируется и оперативно обрабатывается. Структура R-ROLAP производит многомерный анализ OLTP-информации в режиме реального времени.

Единственной сложностью в использовании OLAP является создание запросов, выбор базовой информации и разработка схемы, в итоге большинство продуктов OLAP продаются вместе с большим количеством изначально настроенных запросов.

Использование таких систем структурированных баз данных просто необходимо для сотрудников органов государственного и муниципального управления, так как объём используемых в их деятельности данных растёт с каждым днём, и становится все сложнее выполнять те или иные необходимые запросы. Поэтому использование различных типов OLAP могло бы стать серьёзным подспорьем в работе органов управления.

Таким образом, внедрение и использование в деятельности органов государственного управления информационных технологий, а именно прикладных компьютерных программ является важнейшей задачей в модернизации органов власти. Использование современных баз данных и систем OLAP может ускорить и улучшить работу органов государственного и муниципального управления, что может стать серьёзным толчком в развитии государства.

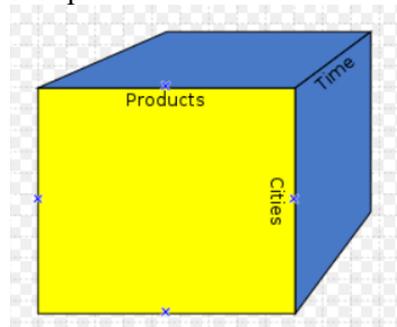


Рис.1. Пример OLAP – куба

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасов С.В. СУБД для программиста. Базы данных изнутри. – М.: СОЛОН-Пресс, 2015. – 320 с.

УДК 004.77

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CRM-СИСТЕМ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

М. В. Торопова, Т. В. Чеснокова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

CRM-системы используются в маркетинге и разработаны для автоматизации процессов управления взаимоотношениями с клиентами. Благодаря широкому спектру функций, авторами было предложено использовать CRM-системы в Ивановском государственном политехническом университете. Опыт применения системы Битрикс24 позволил оптимизировать работу преподавателей, наладить взаимодействие руководителей с профессорско-преподавательским составом.

Ключевые слова: планирование работы, CRM-система

USING CRM SYSTEMS FOR PLANNING WORK OF TEACHERS

M. V. Toropova, T. V. Chesnokova

CRM-systems are used in marketing and designed to automate the processes of customer relationship management. Due to a wide range of functions, the authors suggested using CRM-systems in the Ivanovo State Polytechnic University. The experience of using the Bitrix24 system allowed to optimize the work of teachers, to establish interaction between the leaders and the faculty.

Keywords: work planning, CRM-system

Традиционно, с приближением очередного учебного года, каждый преподаватель вуза задумывается о том, какой объем научно-исследовательской, учебно-методической или воспитательной работы следует запланировать, каких результатов удастся достичь. После этого, необходимо заполнить индивидуальный план работы преподавателя, на основе которого формируются годовые планы работы кафедр, факультетов, институтов. Обычно, все документы заполняются от руки, что создает ряд неудобств: нет возможности оперативно вносить изменения, некоторые документы приходится переделывать несколько раз. Личная производительность идет рука об руку с автоматизацией процессов, помогая добиться большего с меньшими затратами. Когда пользователи имеют интуитивные, экономящие время инструменты, это помогает им лучше выполнять свою работу и достигать более высоких результатов. Для автоматизации процессов широко используются CRM-системы. CRM (Customer Relationship Management System) - это система управления взаимоотношениями с клиентами [1]. В этой связи для удобства работы авторами было предложено воспользоваться CRM-системой на платформе «Битрикс 24», которая объединила современные IT-технологии. Попробуем разобраться, как она работает.

В течение 2017-2018 учебного года, на кафедре «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный политехнический университет» в дополнение к документам на бумажных носителях для внутреннего пользования открыт сайт kafedratb.bitrix24.ru. Система работает следующим образом. Сначала регистрируем организацию, по названию которой будет действовать поддомен. Затем, по приглашению администратора, все сотрудники получают доступ к системе, заполняют свой профиль. Вход в систему осуществляется путем авторизация пользователя через наиболее популярные сервисы такие как Фейсбук, Вконтакте, Твиттер или с помощью учетной записи Майкрософт, Гугл, Яндекс.

Осуществляем настройки уведомлений, пунктов меню и функционирования портала, скрыв ненужные разделы. При этом, на главной странице отображается лента новостей с текущими сообщениями и задачи, поставленные перед сотрудником (рис. 1). Теперь, в нашем распоряжении гибкая система для организации и повышения качества работы. Битрикс 24 – это, своего рода, социальная сеть для удобной работы, где собраны все необходимые рабочие инструменты [2].

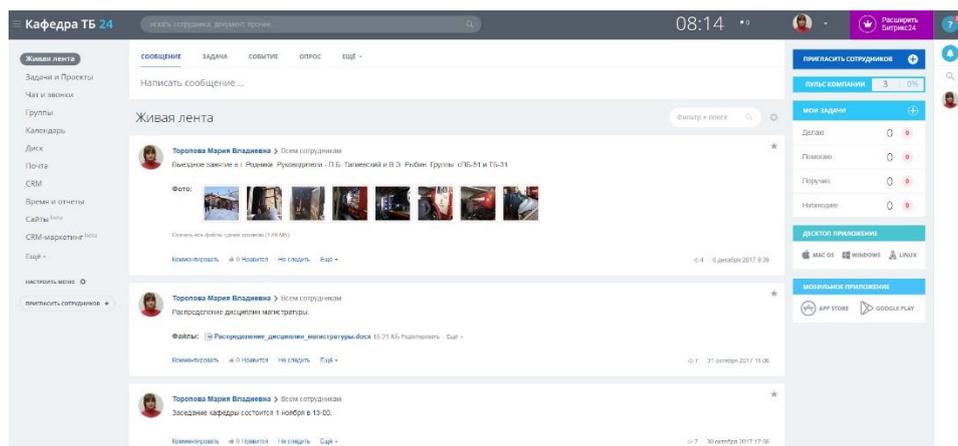


Рис. 1. Главная страница сайта kafedratb.bitrix24.ru

Опыт использования CRM Битрикс24 показал, что наиболее востребован в ежедневной работе следующий функционал:

- управление задачами,
- календари,
- отчеты,
- диск.

Например, алгоритм разработки рабочих программ дисциплин может быть организован так. Во-первых, назначить ответственного в CRM-системе и указать крайний срок выполнения задачи (рис. 2). Во-вторых, настроить способы взаимодействия между сотрудниками или внутри определенной группы, или сделать доступной для всех. В системе предусмотрена возможность общения по выбору или по электронной почте или в чате. В-третьих, по окончании работы преподавателю необходимо создавать отчет, оставить комментарии и прикрепить файлы с возможностью редактирования. Руководитель поставленной задачи дает оценку деятельности преподавателя. Каждый этап работы контролируется ИТ-системой и все участники получают автоматические оповещения о каждом из этапов работы. Получение и прочтение письма фиксируется. Вся переписка сохраняется.

Таким образом, использование системы управления взаимоотношениями между преподавателями ИВГПУ на платформе Битрикс24 облегчает общение, имеет интуитивно понятный интерфейс, существенно ускоряет обмен информацией, позволяет оперативно корректировать документы, при этом, доступ к системе возможен с любых устройств и в любом месте.

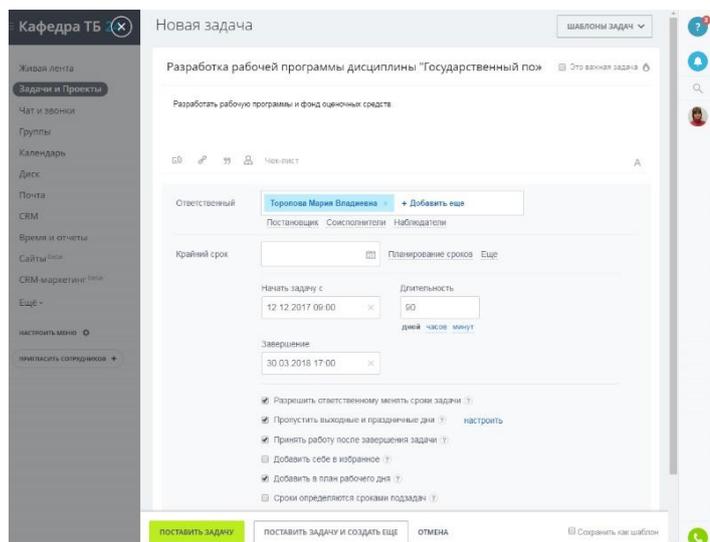


Рис. 2. Постановка задач для сотрудников в системе Битрикс24

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A. Mishra, D. Mishra. Customer Relationship Management: Implementation Process Perspective // Acta Polytechnica Hungarica, Vol. 6, No. 4, 2009. P. 83-99.
2. <https://www.bitrix24.ru>

УДК 004.738.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ АВТОНОМНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А. Е. Михайличенко, Т. Н. Елина

ФГАОУ ВО Государственный университет аэрокосмического приборостроения

В работе рассматривается возможность применения технологии самоорганизующихся беспроводных сенсорных сетей в целях мониторинга и диагностики состояния территориально распределенных энергетических систем.

Ключевые слова: беспроводные сенсорные сети, самоорганизующиеся сети, энергетические системы, мониторинг систем, датчики

USING SELF-ORGANIZING AUTONOMOUS SENSOR NETWORKS FOR MONITORING THE STATE OF DISTRIBUTED ENERGY SYSTEMS

A. E. Mikhailichenko, T. N. Yelina

The paper considers the possibility of using the technology of self-organizing wireless sensor networks for monitoring and diagnostics of the state of territorially distributed energy systems.

Keywords: wireless sensor networks, self-organizing networks, energy systems, monitoring systems, sensors

Большая часть энергосистем является территориально распределенными сложными техническими объектами. Поскольку оценка состояния каждого элемента такой системы часто осложнена отсутствием доступа к нему или требует значительных затрат, возникает необходимость разработки механизмов непрерывного мониторинга показателей системы автономными устройствами без участия человека. Данные устройства (датчики) должны обладать низкой стоимостью, иметь возможность проводить замеры различных параметров и оперативно передавать данные о произведенных замерах. Основное требование к такой системе мониторинга состоит в том, что при утрате части датчиков вследствие различных причин, итоговая информация о текущем состоянии энергосистемы не должна быть потеряна или искажена.

Активно развиваясь, концепция Интернета-вещей позволяет автоматизировать описываемые процессы.

Под беспроводной сенсорной сетью подразумевается распределенная, самоорганизующаяся сеть, объединяющая различные электронные устройства и имеющая изменяемую децентрализованную инфраструктуру [1]. Самоорганизация сети означает то, что сеть настраивается сама, без участия человека, за счет чего обеспечивается устойчивость к отказам отдельных ее элементов. При этом она может требовать управляющей или статистической информации между узлами, участвующими в процессе приёма и передачи данных.

Особенностями таких сетей являются:

- работа с сетью происходит как с единым целым;
- малые габариты элементов;
- небольшое энергопотребление;
- низкая стоимость элементов сети;

- высокая надежность;
- масштабируемость;
- возможность оперативных изменений в топологии;
- автономность работы.

Узлы сенсорной сети могут быть стационарными, закрепленными на определенном месте, а так же могут крепиться на передвижные объекты и свободно перемещаться по необходимым местам зоны покрытия, при этом оставаясь частью сети.

Узлы передают информацию друг другу, а те, кто рядом со шлюзом, отправляют все аккумулярованные данные. При выходе некоторых узлов из строя, сеть после переконфигурации продолжает работать в штатном режиме.

Так же следует отметить, что такие сенсорные сети относятся к классу сетей WPAN (Wireless personal area network – Персональные сети) [2]. Удаленность узлов такой сети может достигать до 100 метров.

На узлах беспроводной сенсорной сети находятся вычислительные модули. В качестве вычислительного модуля используются микроконтроллеры с низким электропотреблением, достаточным наличием аппаратных ресурсов для работы узла, низкой стоимостью и малыми габаритами.

Датчики, располагающиеся на узлах сети, бывают пассивными и активными. В энергетических системах, в зависимости от расположения, на узлы беспроводной сенсорной сети устанавливаются конкретные датчики, либо узлы делаются универсальными.

Для связи на узлах устанавливаются модули беспроводной связи.

В архитектуру беспроводной сенсорной сети входят устройство-координатор и маршрутизаторы [3].

Устройство-координатор – это наиболее сложное и важное устройство, которое обладает наибольшим объемом памяти и повышенным энергопотреблением (возможно, питается от сети). Он отвечает за установку параметров и создание сети: выбор радиочастотного канала, задание узлам уникального сетевого идентификатора.

Маршрутизаторы выполняют функции ретрансляторов между устройствами, которые расположены далеко друг от друга.

Топологии беспроводных сенсорных сетей бывают различны:

- точка-точка: связь между двумя узлами;
- звезда: один узел является главным;
- кластерное дерево;
- одноранговая сеть.

Каждый узел сети имеет несколько режимов работы:

- инициализация узла;
- передача данных;
- прием данных;
- энергосберегающий режим;
- аварийное состояние.

Поскольку информация о состоянии энергетических объектов должна обладать высокой степенью защиты, при применении предлагаемой сети встает вопрос обеспечения информационной безопасности при любых режимах её работы. Одним из возможных методов решения этой проблемы является создание протоколов аутентификации приборов в сети. Метод попарной идентификации датчиков (протокол Id_{ij}), находящихся наиболее близко друг к

другу, (рис. 1) позволит избежать умышленного изменения структуры сети и изъятия датчиков. А хранение на устройствах i данных (D^i_j) с частичным «наложением», когда на одном устройстве содержатся собственные данные, а так же часть информации с других устройств j , значительно повысит надежность системы и даст возможность избежать потери данных вследствие утраты датчиков.

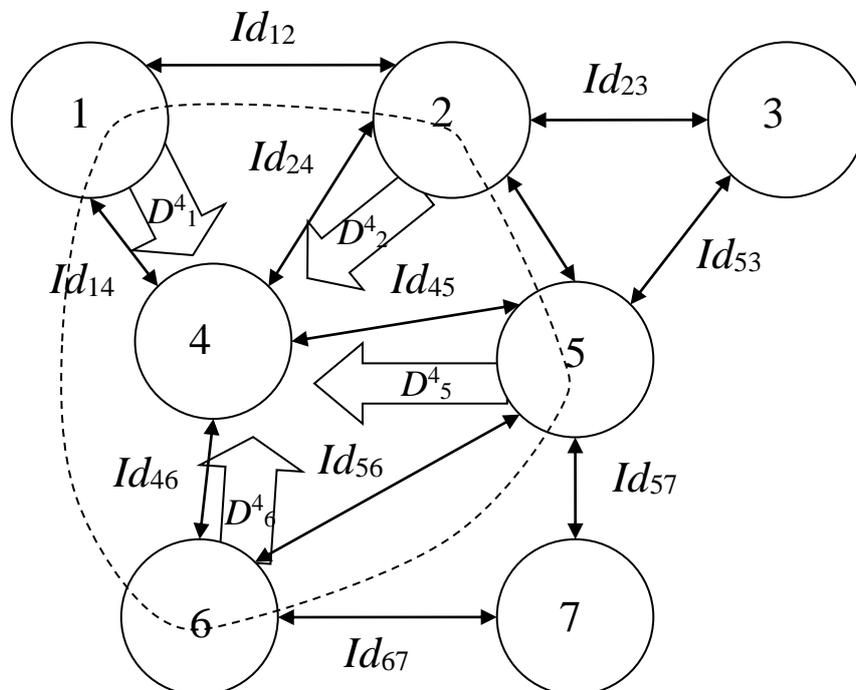


Рис. 1. Схема идентификации узлов и хранения данных в беспроводной сенсорной сети

Подобные датчики могут прикрепляться к линиям электропередач, быть помещены внутри труб нефте-, паро- и водопроводов в целях мониторинга нужных параметров и поиска повреждений в сетях. Из-за низкой стоимости прибора, его порча или потеря не влечет значительных финансовых затрат.

Таким образом, использование самоорганизующихся беспроводных сенсорных сетей в целях мониторинга и диагностики состояния территориально распределенных энергетических систем позволит значительно сократить затраты времени и труда, а также повысить надежность всей системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci. Wireless sensor networks: a survey / Computer Networks. – 2002. № 38. С. 393-422.
2. Лукин М. Стандарты беспроводной связи / Современная электроника. – 2005. № 1. с. 10-13.
3. Восков Л. С. Беспроводные сенсорные сети и прикладные проекты / Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2009. № 2-3(2-3). С. 44-49.

УДК 378.018.43

КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

М. В. Торопова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

В последнее время все большее количество образовательных организаций используют дистанционные технологии для обучения студентов. Один из важных этапов подготовки квалифицированных специалистов - проверка полученных знаний. Проведена оценка технических возможностей различных программных комплексов, применяемых для организации тестирования в процессе дистанционного обучения.

Ключевые слова: компьютерное тестирование, дистанционное обучение, программное обеспечение

COMPUTER TESTING AS PART OF DISTANCE LEARNING

M. V. Toropova

Recently, a growing number of educational organizations have been using remote technologies to train students. One of the important stages in the training of qualified specialists is the verification of the acquired knowledge. The technical capabilities of various software complexes used for testing in the distance learning process were assessed.

Keywords: computer testing, distance learning, software

В последнее время все большее количество образовательных организаций используют дистанционные компьютерные технологии для обучения студентов. Электронное обучение представляет собой совершенно новую учебную среду и для студентов, и для преподавателей. Это растущий рынок с большим потенциалом в области высшего образования. Например, китайская система высшего образования сейчас самая большая в мире, за последнее десятилетие количество студентов увеличилось в 6 раз и превысило 33 млн человек. По некоторым данным, 16% от общего числа китайских студентов, или 5,28 млн человек, обучалось дистанционно [1].

Постараемся разобраться с терминологией. Что означает «дистанционное обучение»? Используются различные термины, обозначающие дистанционное обучение: веб-обучение, онлайн-обучение, интернет-обучение, e-learning. Согласно определению, данному в Законе об образовании РФ [2] под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников. Для сравнения в нормативных документах Евросоюза данный вид обучения определен как использование новых мультимедийных технологий и Интернета для повышения качества обучения путем облегчения доступа к ресурсам и услугам, а также удаленного обмена и сотрудничества [3].

Несомненно, одним из ключевых моментов в процессе обучения, является проверка полученных знаний с помощью компьютерного тестирования. Сравним имеющиеся техниче-

ские средства для организации и проведения тестирования. Первоначально разработка тестов проведена в программе MyTestStudent. Эта система программ включает в себя редактор тестов, модуль тестирования и журнал результатов тестирования. Окно программы для прохождения теста приведено на рис. 1. В тесте 20 вопросов, время на ответы составляет 20 минут. Каждый тест оценивается по 5-ти бальной шкале. Тема считается освоенной, если дано не менее 80% правильных ответов.

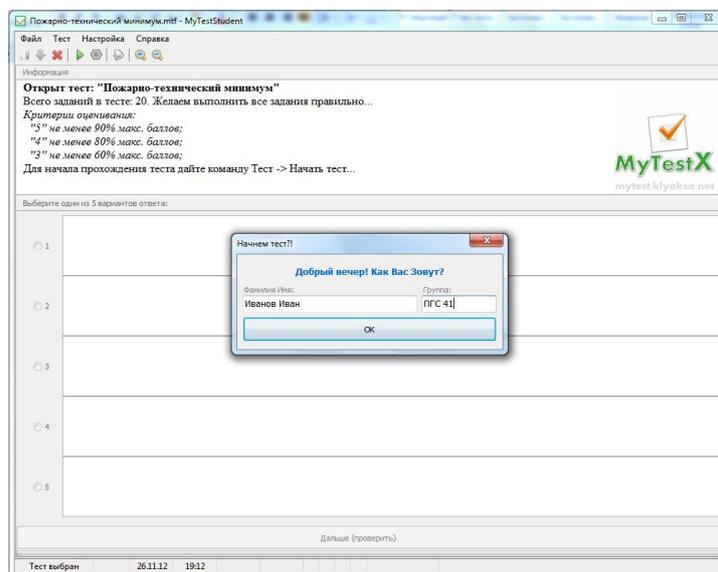


Рис. 1. Окно программы MyTestStudent для начала компьютерного тестирования

Работа с данным программным обеспечением выявил очевидный недостаток - сложность настроек сетевой версии и отсутствие возможности он-лайн режима. Поэтому следующим шагом в направлении выбора эффективной среды для проверки знаний обучающихся стала система онлайн тестирования <http://testsonline.ru>.

Tests Online - система электронного тестирования

Период с: 01.05.2015 по: 26.05.2015 Экспорт в Excel

Удалить выбранные результаты

Переместите сюда заголовки колонок для группировки по этой колонке

Пользователь	Колонка	Группа	Название теста	Дата начала теста	Дата завершения теста	Вопросов	Ответов	Верных	Неверных	Баллы	% Верных	Анализ результатов
<input type="checkbox"/> Жуков Антон Евгеньевич			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	25.05.2015 10:32:34	25.05.2015 11:12:05	20	20	10	10		50%	
<input type="checkbox"/> Погодин В.О.			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	21.05.2015 07:33:18		20	20	8	12		40%	
<input type="checkbox"/> Ауралов Павел Фаранович			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	21.05.2015 00:51:44	21.05.2015 01:06:35	20	20	11	9		55%	
<input type="checkbox"/> Артев Белояр			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	21.05.2015 00:32:46	21.05.2015 00:53:34	20	20	12	8		60%	
<input type="checkbox"/> Бекриев Сергей Германович			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	20.05.2015 18:07:23	20.05.2015 18:22:27	20	20	16	4		80%	
<input type="checkbox"/> Кочуров А.С.			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	20.05.2015 11:50:28	20.05.2015 12:06:35	20	20	12	8		60%	
<input type="checkbox"/> Коломжова Анна Павловна			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	20.05.2015 10:54:53	20.05.2015 11:10:15	20	20	11	9		55%	
<input type="checkbox"/> Лукьянов Сергей Арсолович			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	20.05.2015 08:48:32	20.05.2015 09:13:10	20	20	15	5		75%	
<input type="checkbox"/> Зепанкин Иван Андреевич			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	20.05.2015 08:41:49	20.05.2015 09:17:57	20	20	14	6		70%	
<input type="checkbox"/> Захарченко Александр Сергеевич			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	19.05.2015 22:10:39	19.05.2015 22:23:05	20	20	14	6		70%	
<input type="checkbox"/> Шаповал Илья Сергеевич			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	19.05.2015 22:03:08	19.05.2015 22:20:56	20	20	11	9		55%	
<input type="checkbox"/> Петров Алексей Андреевич			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	19.05.2015 21:20:02	19.05.2015 21:28:22	20	20	8	12		40%	
<input type="checkbox"/> Шабалин Илья Дмитриевич			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	19.05.2015 21:12:12	19.05.2015 22:10:50	20	20	9	11		45%	
<input type="checkbox"/> Стояков Сергей Александрович			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	19.05.2015 21:02:29	19.05.2015 21:36:17	20	20	12	8		60%	
<input type="checkbox"/> Белкина Евгения Андреевна			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	17.05.2015 12:51:00	17.05.2015 13:19:38	20	20	12	8		60%	
<input type="checkbox"/> Жибранов Евгений Витальевич			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	16.05.2015 12:09:24	21.05.2015 22:43:01	20	20	14	6		70%	
<input type="checkbox"/> Рапица А.			Олимпиада по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"	15.05.2015 16:43:17	15.05.2015 17:16:14	20	20	11	9		55%	

Рис. 2. Результаты онлайн тестирования (testsonline.ru)

Опыт использования возможностей системы дистанционного тестирования testsonline.ru показал:

- возможность настройки режим обучения или режима экзамена;
- удобство редактирования тестовых заданий;
- широкий диапазон выбираемых настроек для оценки правильности ответов;
- возможность выгрузки результатов в формате *.xls*;
- сбои в работе сервера при одновременной работе более 15 пользователей.

Таким образом, данная система может быть рекомендована для организации тестирования небольшой группы обучающихся.

Более широкие функции в сфере реализации образовательного процесса открываются при применении модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды Moodle. При разработке теста в Moodle необходимо знать следующие основные возможности системы:

- тест может быть ограничен по времени и по числу попыток его прохождения;
- тест может быть запущен с ограниченным или с неограниченным количеством попыток ответа (за неправильные ответы могут начисляться штрафные баллы);
- отчет о результатах теста для тестируемого может быть гибко настроен;
- специальные настройки позволяют предотвратить списывание, например, при прохождении теста в окне браузера невозможно копирование и вставка (CTRL+C, CTRL+V), нельзя переключаться в другие окна и приложения, а также вести параллельный поиск в Интернете.

Среда Moodle является наиболее эффективной с точки зрения организации тестирования и систематизации его результатов. Однако, преподаватель сталкивается с техническими проблемами, обусловленными сложностями настройки и конфигурации всей системы; необходим системный администратор.

В заключении необходимо отметить, что тестирование для проверки полученных знаний служит одним из важных этапов подготовки квалифицированных специалистов. Проведена оценка технических возможностей различных программных комплексов, применяемых для дистанционного обучения. Установлены недостатки и преимущества использования таких комплексов как MyTestStudent, *testsonline* и *Moodle*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Р. Мерола. Что говорит статистика о трансграничном онлайн-образовании? // Международное высшее образование, 2017, №89, с. 28-30
2. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 19.02.2018) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 06.03.2018)
3. OECD (2005), *E-learning in Tertiary Education: Where Do we Stand?* ISBN 92-64-00920-5, 292 p., Paris.

УДК 66.011

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА В ТЕХНОЛОГИИ ПЕНОСТЕКЛА

М. О. Баканов, С. Н. Никишов, И. И. Азизов
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В работе показаны особенности математического моделирования процесса формирования пористой структуры пеностекла. Рассматриваются пузырьковые и ячеистые математические модели описывающие процесс роста единичной поры при вспенивании пеностекольной шихты.

Ключевые слова: пеностекло, пора, математическая модель, моделирование

MATHEMATICAL MODELING OF POROUS STRUCTURE OF A MATERIAL IN FOAM GLASS TECHNOLOGY

M. O. Bakanov, S. N. Nikishov, I. I. Azizov

The paper shows the features of mathematical modeling of the process of porous structure formation of foam glass. Bubble and cellular mathematical models describing the process of growth of a single pore during foaming of a foam glass charge are considered.

Keywords: foam glass, pore, mathematical model, modeling.

Пеностекло – один из наиболее эффективных материалов, применяемых для теплоизоляции зданий [5]. Однако, широкого применения в настоящее время пеностекло не получило из-за относительно высокой стоимости готового продукта [2] и применяется как правило на объектах, где использование других теплоизоляторов не возможно по ряду причин, например, особые требования к долговечности материалов, их экологической, биологической и пожарной безопасности.

Высокая стоимость теплоизоляционных материалов из пеностекла обусловлена особой технологией производства, а именно термообработкой [9]. В связи с этим актуальным вопросом является совершенствование процессов термообработки пеностекла.

Особый интерес в технологии пеностекла представляет процесс его вспенивания, так как на данном этапе происходит формирование пористой структуры материала. От размера, формы и расположения пор в материале будут зависеть основные физико-химические свойства пеностекла [1]. Так же необходимо отметить, что при моделировании распределения температурных полей в пеностекольной шихте, необходимо рассматривать систему краевых задач с подвижными границами, в противном случае полученные результаты могут значительно отличаться от реальных значений. Объясняется это тем, что на стадии вспенивания пеностекольная шихта сначала уменьшается в размерах из-за спекания частичек стекла, образуя на месте пустоты (замкнутые пузырьки). Образованные пузырьки уменьшаются в размерах, до тех пор, пока не наступает равновесие между давлением внутри и снаружи пузырька. Когда пузырьки достигают своего минимального равновесного размера, за счет постоянно увеличивающегося внутреннего давления, обусловленного выделением связанной воды, начинается их рост. Это приводит к увеличению размеров пеностекольной шихты (вспучиванию). Таким образом, на стадии вспенивания из прессованного порошкообразного материала шихта преобразуется в стекловидную пену. Все это говорит о том, что изучение кинетики формирования пор в пеностекле является одной из перспективных направлений работы в совершенствовании технологии производства пеностекла.

Выявление закономерностей роста пузырька в пеностекольной шихте возможны двумя путями: теоретическим и экспериментальным. Теоретический подход в настоящее время является более предпочтительным, так как более универсален и не требует значительных материаль-

ных затрат. Однако разработка математической модели процесса роста пузырька в пеностекляной шихте является весьма затруднительным, так как необходимо учесть множество факторов, таких как химический, физический и количественный состав материалов, участвующих в процессе вспенивания. Сложность таких численных расчетов обусловлена так же не стационарностью процесса. Ряд основных параметров возможно описать лишь нелинейными функциями, однако для разработки многокритериальной модели способной учесть все изменяющиеся параметры в совокупности необходимо изучить имеющиеся наработки в данной области, оценить их недостатки и достоинства, что позволит определить пути решения данной задачи.

Одним из первых, математическую модель процесса вспучивания пеностекла предложил Черняк Я. Н. [7], который используя теорию Френкеля Я. И., описал закон сокращения объема пузырька под действием капиллярных сил [6]:

$$\frac{dr}{dt} = -\frac{3}{4} \cdot \frac{\sigma}{\eta}, \quad (1)$$

где σ - поверхностное натяжение жидкости; η - вязкость жидкости.

Элементарный пузырек сокращается до тех пор, пока не установится равенство давления газа в пузырьке и суммы капиллярного и внешнего давлений. С течением времени концентрация газа внутри пузырька увеличивается, поэтому увеличивается давление внутри пузырька. Пузырек начинает расти. Требуется описание процесса роста пузырька.

Впервые теоретически описал скорость роста пузырька в 1917 г. Rayleigh J. W. S. В своей работе [9] он вывел общее уравнение, для давления во всех внутренних точках жидкости (2):

$$\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dr} = -\frac{du}{dt} - u \frac{du}{dr}, \quad (2)$$

где u – скорость роста пузырька; r – радиус пузырька; ρ – плотность жидкости; t - время.

Уравнение (2) было обобщено и представлено решение для изменения радиуса пузырька в невязкой, несжимаемой жидкости [11]:

$$\rho \left(r \frac{d^2r}{dt^2} + \frac{3}{2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 \right) = \Delta p - \frac{2\sigma}{r}, \quad (3)$$

где Δp – разность между давлениями внутри пузырька и на большом расстоянии от него; $\frac{2\sigma}{r}$ – давление внутри пузырька радиуса r , обусловленное поверхностным натяжением.

Для жидкости, подчиняющейся при своём течении закону вязкого трения Ньютона, уравнение (2,3) сводится к виду:

$$-\frac{\Delta p}{\rho} = r \frac{d^2r}{dt^2} + \frac{3}{2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{4\mu}{r} \frac{dr}{dt} + \frac{2\sigma}{pr} \quad (4)$$

В случае сжимаемой жидкости инерционными слагаемыми можно пренебречь, и уравнение роста пузырька принимает вид [13]:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{r}{4\eta} \left(p_{gas} - p_a - \frac{2\sigma}{r} \right) \quad (5)$$

Однако данные модели описывают рост единичной поры, сферической или полусферической формы и не совсем точно описывают реальный процесс, когда происходит формирование ячеистой структуры пеностекла [10].

Основная сложность при использовании различных пузырьков моделей заключается в переходе к объемной модели, состоящей из множества пузырьков. Пузырьки возникают в жидкости в разное время, растут с разной скоростью и периодически сливаются друг с другом.

Адаптация пузырьковой модели к процессу вспенивания пеностекла позволило разработать ячеечную модель, описанную в работах [88, 12]. В данных моделях весь объем пены разбивается на отдельные микроскопические ячейки равной и постоянной массы, каждая из которых представляет собой газовый пузырек, окруженный жидкостной оболочкой. Расширение пены происходит за счет диффузии перегретого газа из жидкостной оболочки в газовый пузырек. Такая модель ячейки способна описать важные качественные особенности реальной системы, состоящей из множества отдельных ячеек, растущих в непосредственной близости друг от друга и может позволить провести анализ макроскопического процесса - расширения всего объема пены [8].

Применение ранее описанных моделей допустимо при принятии ряда допущений и позволяет сформировать общее понимание процесса вспенивания пеностекла. Однако результаты экспериментальных исследований показали расхождения полученных результатов от моделируемых [33]. В связи с чем, требуется разработка математических моделей способных с достаточно высокой точностью описывать явления коалесценции в ходе кинетики формирования пористой структуры пеностекла при его производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баканов М.О. Моделирование процессов теплообмена при термической обработке пеностекла / М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2015. Т. 1. № 1-1 (1). С. 270-274.
2. Баканов М.О. Моделирование размеров пор при производстве пеностекла / М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Наука – XXI век: сборник материалов международной научной конференции / под ред. проф. И.П. Лотовой, проф. Ф.П. Тарасенко, проф. В.А. Драгавцева, проф. В.К. Спирина, проф. А.В. Козлова [Электронный ресурс]. – М.: РусАльянс Сова, г. Москва, 2015.
3. Гегузин Я. Е. Физика спекания / Я. Е. Гегузин. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. - 312 с.
4. Федосов С.В. Вариативность подходов к математическому моделированию процессов термической обработки пеностекольной шихты / С.В. Федосов, М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 110-116.
5. Федосов С.В. Подходы к моделированию процессов термической обработки пеностекольной шихты. Постановка задачи. / С. В.Федосов, Н. Л. Федосова, М. О. Баканов, С. Н. Никишов // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений [Текст]: сб.науч.тр. - Иваново: ИВГПУ, 2015. Вып. 1. С. 10-19.
6. Черняк Я. Н. Некоторые вопросы теории процесса вспучивания легкоплавких глин и пеностекла / Я. Н. Черняк // Труды НИИСтройкерамики. – 1958. – вып. 13. – С. 136-154.
7. Черняк Я. Н. Некоторые вопросы теории процесса вспучивания легкоплавких глин и пеностекла (сообщение 2-е) / Я. Н. Черняк // Труды НИИСтройкерамики . – 1959. – вып. 14. –С. 46-53.
8. Amon M. A study of the dynamics of foam growth: Analysis of the growth of closely spaced spherical bubbles / M. Amon, C. D. Denson // Polymer Engineering and Science.- 1984. – vol. 24. – iss. 13. –P. 1026-1034.
9. Lord Rayleigh. Oh the pressure developed in a liquid during the collapse of a spherical cavity / Lord Rayleigh // Philosophical Magazine and Journal of Science. – 1917. – vol. 34. –№ 199. –P. 94-98.
10. Pakleza J. Experimental investigation of vapor bubble growth / Pakleza J., M.-c. Duluc, T. Kowalewski // Selected Papers from the Twelfth International Heat Transfer Conference. – Grenoble, 2002. –P. 479-484.
11. Plesset M. S. The dynamics of cavitation bubbles / M. S. Plesset // Journal of Applied Mechanics. – 1949. - vol. 16. – P. 228.231.
12. Steiner A. C. Foam glass production from vitrified municipal waste fly ashes: proefschrift ... doctoral degree / A. C. Steiner. , Eindhoven, 2006. – 222 p.
13. Yamada K. Time-evolutiun of bubble formation in a viscous liquid / K. Yamada, H. Emori, K. Nakazawa // Earth Planets Space. – 2008. - vol. 60. - № 6. – P. 661-679.

УДК 66.011

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ ПЕНОСТЕКЛА

М. О. Баканов, С. Н. Никишов, С. А. Чичадеев
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В работе приведены подходы к моделированию тепловых процессов при термической обработке пеностекляной шихты. Показано, что необходимо учитывать не только конвективную составляющую подвода тепла, а так же подвод тепла излучением.

Ключевые слова: пеностекло, термическая обработка, моделирование, теплоперенос

MATHEMATICAL MODELING OF PROCESSES OF TEMPERATURE PROCESSING IN TECHNOLOGY OF FOAM GLASS

M. O. Bakanov, S. N. Nikishov, S. A. Chicadeev

In work approaches to modeling of thermal processes at thermal processing пеностекляной a charge are resulted. It is shown that it is necessary to take into account not only the convective component of the heat supply, but also the supply of heat by radiation.

Keywords: foamed glass, heat treatment, modeling, heat transfer

Разработка энергосберегающих технологий сегодня является одним из основных направлений развития научно-технологической сферы человека [4]. Актуальными представляются работы, направленные на разработку новых материалов, а также совершенствование технологии существующих строительным материалов, используемых для теплоизоляции в зданиях и сооружениях [1].

Рынок в настоящее время перенасыщен различного рода теплоизоляционными материалами, имеющими широкий диапазон теплофизических свойств [8]. Современные технологии позволяют создавать и испытывать все новые и новые виды теплоизоляционных материалов. Все это требует тщательного изучения теплофизических свойств материалов, изучения способности материалов противостоять высоким температурным нагрузкам и их сравнительной оценки [13].

Анализ применения теплоизоляционных материалов показал, что чаще в современной технике в качестве теплоизоляторов используются твердые пористые материалы [15].

Изучение теплофизических свойств наиболее распространенных теплоизоляторов на Российском рынке [11] показал, что одним из лучших по всем параметрам является пеностекло [2].

Пеностекло не подвержено коррозии, имеет неизменные геометрические размеры, обладает высокой прочностью и может применяться при различных температурах эксплуатации [6,7,18]. Это позволяет использовать пеностекло для возведения наиболее ответственных конструкций, в том числе огнезащитных.

Технология производства пеностекла связана с термообработкой (такими процессами как нагрев, вспенивание и отжиг), потребляющей большое количество энергоресурсов [3]. В связи с этим актуальным вопросом является вопрос совершенствование процесса термообработки пеностекла с применением различных математических моделей теплопереноса. Разработка и совершенствование математических моделей термических процессов позволит влиять

на качество материала, расход энергии и производственных площадей путем планирования и регулирования высокотемпературных режимов [9].

Теоретической базой для моделирования процессов термической обработки пеностеклянной шихты является теория тепломассопереноса [10, 14], учитывающая зависимости между тепловыми характеристиками исходного материала и внешних источников тепла.

Создание математической модели должно осуществляться на основе ясных представлений о физической картине процессов, протекающих при термической обработке пеностеклянной шихты [16].

Ввиду сложности учета всех факторов при создании единого математического описания требуется создания более простых (или приближенных) математических моделей переноса тепла. В связи с этим, применяются модели с решением краевых задач взаимосвязанного переноса массы в материале, в которой влияние теплоносителя учитывается в граничных условиях величинами, определяемыми по законам теплоотдачи [14]. Однако в имеющихся математических моделях термической обработки пеностеклянной шихты не учитывается содержание влаги в материале и процессы гидратации.

Система дифференциальных уравнений переноса тепла и влаги вместе с условиями процесса гидратации является математической моделью реального процесса. Решение этой системы позволяет получить полную картину распределения тепловых потоков в теле с течением времени и дать анализ кинетики и динамики процесса [12].

Обычно для решения дифференциальных уравнений используются методы математической физики. В некоторых конкретных случаях эти уравнения могут быть решены численными методами с применением ЭВМ. Однако при этом имеются трудности вычислительного характера. Такие методы решения применяются в том случае, когда коэффициенты внутреннего и внешнего переноса теплоты и влаги практически не изменяются в течение всего процесса, т.е. когда система дифференциальных уравнений является линейной [8]. В реальных условиях система дифференциальных уравнений является нелинейной.

Теоретические основы исследований процессов тепломассопереноса в результате воздействия высокой температуры на материал является система дифференциальных уравнений, полученная А.В. Лыковым и разработанные им физические представления о механизме удаления влаги [10].

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial t}{\partial \tau} &= a \nabla^2 t + \frac{r^* \rho \varepsilon}{c_p} \frac{\partial U}{\partial \tau} \\ \frac{\partial U}{\partial \tau} &= k_m \nabla^2 U + k_m \delta_T \nabla^2 t \\ \frac{\partial p}{\partial \tau} &= k_p \nabla^2 p + k_p \delta_T \nabla^2 t \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где ε – критерий фазового превращения ($\varepsilon=0 \div 1$); δ_T – коэффициент термодиффузии, 1/К; r^* – теплота парообразования для жидкости, Дж/кг.

Данное уравнение показывает, что наличие влаги в исходных материалах имеет немаловажное значение при воздействии высоких температур. В капиллярно-пористых телах практически всегда имеется некоторое количество жидкости. Часть капилляра заполнена жидкостью, а остальная часть – парогазовой смесью. Количество влаги в том или ином состоянии в процессе массо- и теплопереноса изменяется, поэтому при выводе дифференциальных уравнений переноса необходимо учитывать изменение концентрации влаги в капиллярах тела.

Математическая модель процесса нагрева пеностеклянной шихты, впервые была заявлена И.И. Китайгородским [7] и в общем описании имеет вид:

$$pc \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right), \quad 0 < x < L; \quad (2)$$

$$\tau = 0: T = T_0, \quad 0 < x < L; \quad (3)$$

где T_0 – начальная температура шихты, К; ρ – плотность шихты, кг/м³; c – теплоемкость шихты, Дж/(кг·К); λ – теплопроводность шихты, Вт/(м·К); α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К); L – толщина нагреваемого слоя, м, τ – время, с.

Для расчета температуры на поверхности применяются функции вида [17]:

$$f_3 = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(\mu_n) \exp(-\mu_n^2 \cdot F_0), f_4 = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \exp(-\mu_n^2 \cdot F_0), \quad (4)$$

$$A_n = \frac{2 \sin(\mu_n)}{\mu_n + \sin(\mu_n) \cos(\mu_n)}, \quad (5)$$

где μ_n – корни характеристического уравнения; $\text{ctg} \mu_n = \frac{1}{Bi} \mu_n$; $F_0 = \frac{\alpha \tau}{L^2}$ – число Фурье, $Bi = \frac{\alpha L}{\lambda}$ – критерий Био, соответственно.

В представленной математической модели учитывается только конвективная составляющая подвода тепла, от газа печного пространства, к поверхности шихты, что, в конечном счете повлечет, существенные различия между аналитическими и экспериментальными результатами.

Данная математическая модель не претерпела значительных изменений до настоящего времени. Однако, согласно [5], в туннельных печах основным видом теплоотдачи газов к материалу является излучение, поэтому общий поток высокотемпературной газовой средой, определяемый излучением и конвекцией, рассчитывается по формуле:

$$q_n = q_{\text{изл}} + q_{\text{конв}} = \alpha_{\text{эф}}(t_u + t_{\text{пл}}), \quad (6)$$

где q_n – суммарная плотность теплового потока излучением $q_{\text{изл}}$ и конвекцией $q_{\text{конв}}$, Дж/(м²·с); $\alpha_{\text{эф}}$ – эффективный коэффициент теплоотдачи за счет излучения и конвекции, Дж/(м²·К); t_u – температура излучающего агента, К; $t_{\text{пл}}$ – температура тепловоспринимающей поверхности стенки формы для вспенивания, К.

С учетом уравнения (6) целесообразнее использовать математическую модель нагрева пеностекольной шихты, учитывающий не только подвод тепла конвекцией, но и излучением:

$$\lambda \frac{dT}{d\tau} = \alpha(T_{\text{г}} - T_{\text{ш}}) + \varepsilon \sigma (T_{\text{г}}^4 - T_{\text{ш}}^4), \quad (7)$$

где $T_{\text{г}}$ – температура дымовых газов, К; $T_{\text{ш}}$ – температура шихты, К; α – коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к поверхностям формы и шихты, Вт/(м²·К); ε – приведенная степень черноты; σ – постоянная Стефана-Больцмана.

Применение в процессе математического моделирования зависимости, указанной в уравнении (7), позволит учитывать процесс термической обработки пеностекольной шихты максимально приближенный к реальному, что в конечном итоге позволит получить расчетные данные близкие по значениям с данными получаемыми при проведении экспериментов.

Таким образом, при решении задач теплопереноса в пеностекольной шихте появляется возможность описать процессы термической обработки для всех тепловых процессов, однако требуется разработка моделей способных описывать во всей полноте изменение теплофизических характеристик материала при взаимодействии друг с другом. Разработка такой модели позволит оптимизировать процесс производства пеностекла, рассматривать на стадии планирования наиболее рациональные режимы термообработки, что в свою очередь положительно скажется на себестоимости самого материал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баканов М.О. Моделирование процессов теплообмена при термической обработке пеностекла / М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2015) [Текст]: сборник материалов

XVIII международного научно-практического форума (26-29 мая 2015 года). – Иваново: ИВГПУ, 2015. – С. 270-273.

2. Баканов М.О. Моделирование размеров пор при производстве пеностекла / М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Наука – XXI век: сборник материалов международной научной конференции / под ред. проф. И.П. Лотовой, проф. Ф.П. Тарасенко, проф. В.А. Драгавцева, проф. В.К. Спирина, проф. А.В. Козлова [Электронный ресурс].– М.: РусАльянс Сова, г. Москва, 2015.

3. Баканов М.О. О необходимости комплексного подхода к математическому моделированию процессов термической обработки пеностекляной шихты на всех стадиях его производства / М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Международная on-line конференция к 70 - летию заслуженного деятеля науки РФ, член-корреспондента РААСН, доктора технических наук, Лесовика Валерия Станиславовича «Интеллектуальные композиты для зеленого строительства» [Электронный ресурс]. г. Белгород, 2016.

4. Вайсман Я.И., Кетов А.А., Кетов П.А. Научные и технологические аспекты производства пеностекла // Физика и химия стекла. – 2015. – Т.41 №2. – С. 214-221.

5. Городов Р.В. Математическое моделирование цикла тепловой обработки пеностекляной шихты: дис. ... канд. техн. наук. - Томск, 2009.

6. Демидович Б.К. Пеностекло. – Минск: Наука и техника, 1975. 248 с.

7. Китайгородский И. И., Кешишян Т. Н. Пеностекло - М.: Промстройиздат, 1953.-78 с.

8. Китайцев В. А. Технология теплоизоляционных материалов. - 3-е, перераб. и доп. изд. - М.: Стройиздат, 1970. - 384 с.

9. Лесовик В.С., Пучка О.В., Вайсера С.С., Елистраткин М.Ю. Новое поколение строительных композитов на основе пеностекла // Строительство и реконструкция. – 2015. – №3. – С. 146-154.

10. Лыков А.В. Теория теплопроводности. - М.: Высшая школа, 1967. 600 с.

11. Минько Н.И., Пучка О.В., Евтушенко Е.И., Нарцев В.М., Сергеев С.В. Пеностекло – современный эффективный неорганический теплоизоляционный материал // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6-4. – С. 849-854.

12. Рудобашта С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. – М. 1980. – 248 с.

13. Спиридонов Ю.А., Орлова Л.А. Проблемы получения пеностекла // Стекло и керамика. – 2003. – №10. – С. 10–11.

14. Федосов С.В. Вариативность подходов к математическому моделированию процессов термической обработки пеностекляной шихты / С.В. Федосов, М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 110-116.

15. Федосов С.В. Основные принципы технологии получения теплоизоляционного пеностекла, подходы к моделированию / С.В. Федосов, М.О. Баканов, С.Н. Никишов // Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук, Баженова Юрия Михайловича [Электронный ресурс]. Белгород, 2015.

16. Федосов С.В. Подходы к моделированию процессов термической обработки пеностекляной шихты. Постановка задачи. / С. В. Федосов, Н. Л. Федосова, М.О. Баканов, С. Н. Никишов // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений [Текст]: сб. науч. тр. - Иваново: ИВГПУ, 2015. Вып. 1. С. 10-19.

17. Цой П.В. Методы расчета отдельных задач тепломассопереноса. – М.: Энергия, 1971. – 384 с.

18. Шилл Ф. Пеностекло (производство и применение). Перев.счеш. - М. :Стройиздат, 1965. – 307 с.

УДК 004.942:519.635.2

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ШВЕЙНОЙ ИГЛЫ

С. А. Егоров¹, Н. Е. Егорова², Е. С. Шувье³, А. А. Мухин¹

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, Россия

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

³ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. Ленина

Предлагается модель теплового баланса швейной иглы с условно-постоянным источником тепла, которая позволяет рассчитывать температуру острия в зависимости от начальных и граничных условий. Модель имеет практическую значимость, так как связывает деформацию и трение иглы с температурой нагрева.

Ключевые слова: тепловой баланс, швейная игла, математическая модель, условно-постоянный источник тепла

MATHEMATICAL MODELING OF THE HEAT EXCHANGE OF A SEWING NEEDLE

S. A. Egorov, N. E. Egorova, E. S. Shuve, A. A. Mukhin

A model of the heat balance of a sewing needle with a almost constant heat source is proposed, which makes it possible to calculate the temperature of the tip depending on the initial and boundary conditions. The model has practical significance, since it relates the deformation and friction of the needle with the heating temperature.

Keywords: heat balance, sewing needle, mathematical model, almost constant source of heat

Анализ теплового баланса швейной иглы важен в технологических задачах, так как превышение температуры острия приводит к расплавлению синтетических волокон нити и ткани и привариванию их к игольному ушку. Это приводит к обрыву нити и нарушению процесса шитья.

Температура нагрева иглы зависит от скорости шитья, продолжительности контакта иглы с сшиваемым материалом, структуры материала, конструкции иглы, наличия поверхностных покрытий.

Цель работы: предложить математическую модель процесса теплообмена при шитье и рассчитать температуру нагрева иглы.

Представим иглу в виде сплошного цилиндра длиной l и диаметром d . С одного торца которого действует периодический источник тепла (рис. 1).

Источником тепла является работа, совершаемая иглой при прокалывании материала. Работа, затрачиваемая силой трения при прокалывании материала пропорциональна силе сопротивления и пути движения:

$$dA = Fdx, \quad (1)$$

где F – сила трения. Сила трения иглы о сшиваемый материал величина непостоянная и меняется в зависимости от многих факторов. Например, плотность материала, наличие смазочной среды, фаза рабочего цикла, угол заострения, толщина иглы. Поэтому силу трения представим в виде функции:

$$F = F(x, \xi), \quad (2)$$

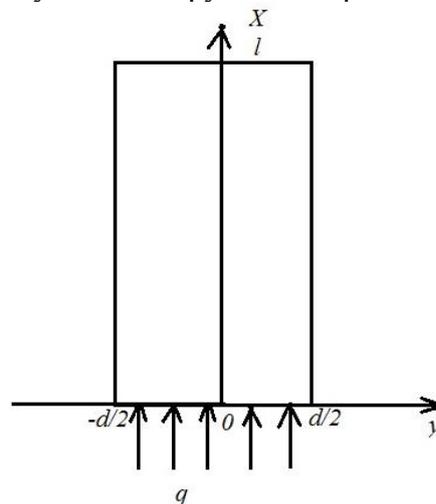


Рис. 1. Геометрическая модель иглы и тепловой источник

где x – координата фазы рабочего цикла, ξ – случайный фактор.

Сила сопротивления при движении острия выражается формулой:

$$T = 2N \frac{\sin(\alpha + \rho)}{\cos(\rho)}, \quad (3)$$

где α – половина угла заточки иглы, ρ – угол трения, N – сила реакции.

Примем допущение, что вся работа, затрачиваемая на прокалывание материала иглой, переходит в тепло и расходуется на нагрев иглы, окружающего воздуха, сшиваемого материала и швейной нити:

$$dA = d(Q_u + Q_v + Q_m + Q_n), \quad (4)$$

где Q_u – количество теплоты, расходуемое на нагрев иглы, Q_v – количество теплоты, расходуемое на нагрев окружающего воздуха, Q_m – количество теплоты, расходуемое на нагрев материала, Q_n – количество теплоты, расходуемое на нагрев нити.

Так как теплопроводность этих объектов отличается значительно, и наибольшая теплопроводность наблюдается у иглы, то основная часть всего тепла отводится в иглу:

$$\frac{\partial Q_u}{\partial \tau} = -mcdt, \quad (5)$$

где m – масса иглы, c – теплоемкость стали, dt – изменение температуры.

Воздух нагревается в результате теплообмена и излучения с поверхности иглы:

$$\frac{\partial Q_v}{\partial \tau} = \frac{\partial(q_{\text{конвекции}}(t))}{\partial t} + \frac{\partial(q_{\text{излучения}}(t))}{\partial t}, \quad (6)$$

$$q_{\text{конвекции}} = Sa(t_u - t_v), \quad (7)$$

$$q_{\text{излучения}} = Sc_1((t_u)^4 - (t_v)^4), \quad (8)$$

где S – площадь поверхности иглы, a – коэффициент теплоотдачи, t_u – температура иглы, t_v – температура воздуха, c_1 – коэффициент теплоотдачи излучением.

Примем допущение, что поверхность цилиндра является адиабатической и распространение тепла идет только вдоль оси OX .

Далее примем, что источник тепла не движется вдоль тела иглы, в процессе шитья, нагревая ее, а распределен по диску равномерно (рис. 1).

Исходим из того, что наибольшее воздействие оказывает источник там, где работа силы трения максимальна. Как показали исследования, максимальное значение силы трения наблюдается при проколе сшиваемого материала, следовательно, наибольшее воздействие наблюдается на острие иглы.

Остриё иглы трансформируем в диск с диаметром равным диаметру иглы. Процесс в цилиндре описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\partial Q}{\partial \tau} = \omega \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2}, \quad (9)$$

при начальном условии $Q(x, 0) = 0$, и граничных условиях $q(0, \tau) = q$ и $q(l, \tau) = 0$.

Сила прокалывания меняется от 0,2 Н до 10 Н, в зависимости от плотности материала и состояния иглы, коэффициент трения иглы может принимать значения от 0,02 до 0,8 [1, 2]. Длина рабочей части иглы, где действует источник от 4 до 5 мм. За один рабочий цикл игла двигается возвратно-поступательно на длине 30 мм. Принимаем за один рабочий цикл время действия источника 5/60 цикла.

За один цикл имеем 5/60 действует источник и 55/60 происходит теплообмен с окружающим пространством, а затем к новому циклу приходит с другой начальной температурой.

Время действия источника пропорционально длительности кинематического цикла:

$$\tau = \frac{60}{n} \cdot \frac{5}{60}, \quad (10)$$

где n – число оборотов главного вала в мин^{-1} . Из равенства (10) можно найти количество актов взаимодействия игла-ткань за единицу времени. Установившиеся режимы шитья происходят со скоростью до 2000 мин^{-1} . Время действия источника будет равно $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$, а время охлаждения – $27,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$.

Найдем мощность источника. Для этого зафиксируем максимальную силу прокола и умножим её на путь действия. Получаем по формуле (1):

$$q = \frac{dA}{dt} = \frac{10H \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{2,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}} = 20 \text{ Вт} \quad (11)$$

Плотность мощности для иглы диаметром 1 мм будет:

$$\frac{dq}{dS} = \frac{4q}{\pi d^2} = \frac{80}{3,14 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 25,5 \cdot \text{Вт} / \text{мм}^2 \quad (12)$$

Перейдем от источника периодического действия к постоянному. Для этого плотность мощности поделим на отношение времени действия к холостому ходу:

$$\frac{dq}{dS} = \frac{25,5}{11} = 2,3 \cdot \text{Вт} / \text{мм}^2 \quad (13)$$

Коэффициент теплопроводности стали У8, из которой изготавливаются иглы зависит от температуры и с повышением её уменьшается. При температуре от 0 до 100°C он равен $12,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, а далее уменьшается по $0,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ на каждые 100°C . Коэффициент теплопроводности при 100°C равен $49 \text{ Вт}/\text{м}^\circ\text{C}$ и с ростом температуры уменьшается по полиномиальному закону. Теплоёмкость при 100°C равна $477 \text{ Дж}/\text{кг}^\circ\text{C}$ и с ростом температуры растёт. Поэтому интегрирование можно проводить поэтапно, предполагая зависимость коэффициентов линейной.

Уравнение теплового баланса для описываемого процесса нагрева иглы в результате шитья:

$$\frac{\partial Q}{\partial \tau} = \omega \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + q, \quad (14)$$

где ω – коэффициент теплопроводности.

Для точек, находящихся на торце стержня ($x=0$), имеем:

$$Q(0,t) = \frac{q\sqrt{\omega}}{\lambda\sqrt{\pi}} \quad (15)$$

Источник действует условно-постоянно, поэтому выполняем интегрирование по времени и получаем температуру острия иглы:

$$Q(0,t) = \frac{q\sqrt{\omega}}{\lambda\sqrt{\pi}} \int_0^\tau \frac{dt}{\sqrt{\tau-t}} = \frac{2q\sqrt{\omega}\sqrt{\tau}}{\lambda\sqrt{\pi}}, \quad (16)$$

где τ – время действия источника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров, С.А. Математическое моделирование процесса теплообмена швейной иглы / С.А. Егоров, Е.С. Егорова, Н.Е. Егорова, А.А. Мухин // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 6. – С. 84-90.
2. Егоров, С.А. Моделирование теплообмена в узлах трения. / С.А. Егоров, Е.С. Егорова, А.А. Мухин // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. мат. VII Всерос. научно-практ. конф., посвященной 50-летию со Дня образования учебного заведения и Году пожарной охраны России, Иваново, 14 апреля 2016 г. / под общ. ред. В. В. Киселева. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016. – С. 184 – 293.

УДК 621.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГАЗОВЫХ ЧАСТИЦ ВНУТРИ ГАЗОВОЙ КАМЕРЫ

Е. Ю. Захаров, Н. Е. Егорова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Создана двумерная модель газа. Данная модель позволяет наглядно демонстрировать движение газовых частиц в ограниченном пространстве.

Ключевые слова: частица, математическая модель, движение, система, газовая камера

SIMULATION OF THE MOTION OF GAS PARTICLES INSIDE A GAS CHAMBER

E. Y. Zakharov, N.E. Egorova

A two-dimensional model of gas is created. This model allows to demonstrate the motion of gas particles in a limited space.

Keywords: particle, mathematical model, motion, system, gas chamber

Для создания математической модели некоторой технической или физической системы необходимо определить совокупность внешних воздействий на эту систему и её откликов на них. Математическая модель будет задавать соотношения, связывающие внутреннее состояние системы и внешние воздействия на неё.

Механической системой называется совокупность материальных точек, взаимодействующих с окружающими телами и между собой.

Рассмотрим механическую систему, состоящую из N элементов (частиц), массы которых равны m_i ($i=1,2,\dots,N$). Допустим данные частицы перемещаются по плоскости с определенными скоростями \vec{v}_i ($i=1,2,\dots,N$). Частицы между собой начнут взаимодействовать с внутренними силами \vec{F}_{ij} ($i=1,2,\dots,N, j=1,2,\dots,N$).

На любую частицу воздействуют некоторые внешние силы, т.е. те внешние силы со стороны тел, которые не входят в рассматриваемую механическую систему (например, сила тяжести). Обозначим через \vec{F}_i равнодействующую внешних сил. Из 2-го закона Ньютона следует, что:

$$m_i \frac{d^2 \vec{r}_i}{dt^2} = \vec{F}_i + \sum_{j=1}^N \vec{F}_{i,j}, \quad i=1,2,\dots,N. \quad (1)$$

где \vec{r}_i – дистанция, которую прошла i -ая частица, $\frac{d^2 \vec{r}_i}{dt^2}$ – ускорение.

При условии, что ускорения является 1-ой производной от скорости, а в свою очередь скорость является 1-ой производной от расстояния, в таком случае дифференциальное равенство 2-го порядка возможно поменять 2-мя уравнениями 1-го порядка:

$$\begin{aligned} \vec{a}_i &= \frac{d\vec{v}_i}{dt} = \frac{1}{m} \left(\vec{F}_i + \sum_{j=1}^N \vec{F}_{i,j} \right), \\ \frac{d\vec{r}_i}{dt} &= \vec{v}_i, \quad i=1,2,\dots,N. \end{aligned} \quad (2)$$

Следовательно, получаем, что

- пользуясь формулой (2) и используя значения внутренних и внешних сил, действующих на каждую частицу в этой среде, можно определить их ускорения;
- отталкиваясь от значений скорости и координат частицы в текущий момент времени t^k , возможно вычислить координаты и скорости частицы в будущий момент времени t^{k+1} .

Рассматриваемая модель позволяет описывать закономерности разнообразных механических систем:

- моделирование одномерного и двумерного перемещения материальной точки,
- изучение перемещения 2-х притягивающихся либо отталкивающихся элементов,
- моделирование совершенно упругого и неупругого центрального удара,
- моделирование совершенно упругого и неупругого нецентрального удара,
- изучение перемещения частицы в центрально-симметричной области другой частицы,
- изучение перемещения молекул газа, диффузии,
- моделирование перемещения планет вокруг Небесного светила,
- изучение перемещения взаимодействующих элементов в силовом поле и т. д.

Остановимся подробнее на алгоритме моделирования двумерного движения системы материальных точек (частиц). Для того, чтобы смоделировать движение частиц, зададим для каждой из них массу (m_i), координаты начального положения (x_{0i} и y_{0i}) и первоначальную скорость каждого элемента. Задавать скорость удобнее в виде её проекций V_{xi} и V_{yi} на координатные оси (см. рис. 1).

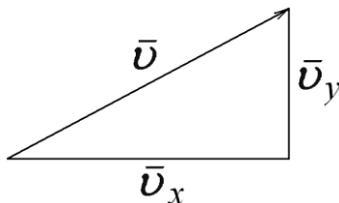


Рис. 1. Разложение вектора скорости на проекции

Чтобы смоделировать течение времени, организуем цикл по переменной t с некоторым шагом изменения времени τ . Цикл будет выполняться до тех пор, пока $t < t_{max}$. Для начала вычислим силовое поле, действующее на каждую i -ую частицу в момент времени t^{k+1} и определим проекции этих сил F_{xi} и F_{yi} . Теперь можно вычислить ускорения (формулы (3)), скорости (формулы (4)) и координаты (формулы (5)) в момент времени t^{k+1} .

$$a_{x_i}^{k+1} = \frac{F_{x_i}^{k+1}}{m_i}; \quad a_{y_i}^{k+1} = \frac{F_{y_i}^{k+1}}{m_i} \quad (\text{так как } \bar{a}_i = \frac{1}{m} \left(\bar{F}_i + \sum_{j=1}^N \bar{F}_{i,j} \right),) \quad (3)$$

$$v_{x_i}^{k+1} = v_{x_i}^k + \tau \cdot a_{x_i}^{k+1} \quad \text{и} \quad v_{y_i}^{k+1} = v_{y_i}^k + \tau \cdot a_{y_i}^{k+1} \quad (4)$$

$$x_i^{k+1} = x_i^k + \tau \cdot v_{x_i}^{k+1} \quad \text{и} \quad y_i^{k+1} = y_i^k + \tau \cdot v_{y_i}^{k+1} \quad (5)$$

Как уже отмечалось выше, чтобы найти силовое поле нужно найти равнодействующую между внутренними и внешними силами, действующими на точки.

Положим, что из внешних сил на частицы действует только сила тяжести mg . Эта сила вносит свой вклад только в F_{yi} .

За внутреннюю силу примем силу взаимодействия возникает между двумя частицами, в случае, если они не сильно удалены друг от друга.

Находим расстояние между двумя частицами:

$$r = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (5)$$

Зная расстояние и массу этих частиц, определяем размер силы:

$$\bar{F}_{ij} = m_i m_j \left(\frac{5 \cdot 10^8}{r^4} - \frac{5 \cdot 10^5}{r^2} \right) \quad (6)$$

Сила будет стремиться к бесконечности, в случае если расстояние, между частицами будет очень мало (получаем деление на ноль). Чтобы избежать этого, перед вычислением силы положим, что если $r < 1$, то $r = 1$.

Исходя из графического представления (рис. 2), находим проекции вычисленной силы:

$$\bar{F}_x = F \cos \alpha = F \frac{x_1 - x_2}{r}; \quad (7)$$

$$\bar{F}_y = F \sin \alpha = F \frac{y_1 - y_2}{r}. \quad (8)$$

В качестве программной платформы для реализации построенной модели был избран язык программирования PascalABC. Данный язык обладает несложным интерфейсом и достаточно широкими графическими возможностями.

При написании компьютерной программы, основанной на данной математической модели, следует учитывать, что все используемые данные хранятся в массивах (x, y, vx, vy). Вычисления происходят для текущего момента времени и используются при построении графической иллюстрации движения частиц в газовой камере (рис. 3).

Изображения частиц за текущий момент времени t^k стираются и строятся точки в будущий момент времени t^{k+1} . Поскольку данная процедура многократно повторяется в цикле, можно наблюдать, как частицы перемещаются по газовой камере, соударяясь друг с другом и отскакивая от стенок. Поскольку начальное положение и скорости частиц задаются случайным образом, каждый раз при запуске программы можно наблюдать новую картину.

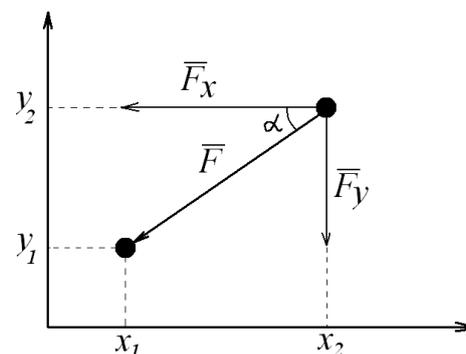


Рис. 2. Разложение силы на проекции

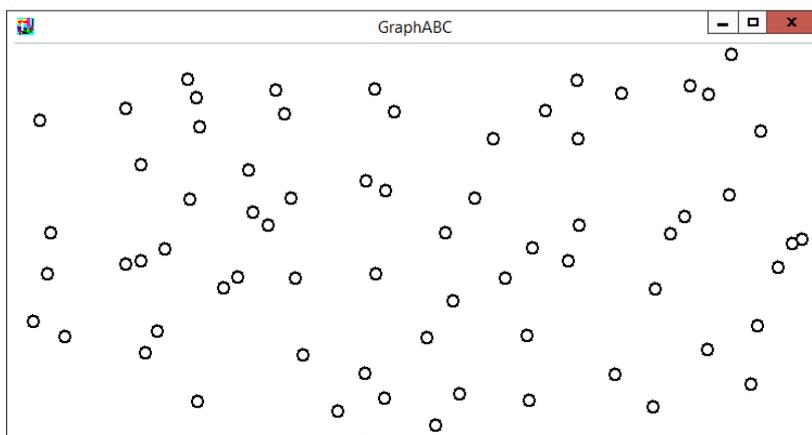


Рис. 3. Графическая иллюстрация движения частиц газа

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майер Р.В. Основы компьютерного моделирования: учебное пособие. -- Глазов: ГГПИ, 2005. – 25 с.
2. Егорова Н.Е. Применение математического моделирования при исследовании влияния турбулентности на эффективность пылеулавливания / Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сб. материалов III Всероссийской научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны (18 апреля 2017) С. 50 – 53.

Все методы решения задачи Коши для ОДУ делятся на точные, приближенные и численные [1]. Точные методы позволяют выразить решение системы дифференциальных уравнений через элементарные функции или через квадратуры от этих функций. В результате использования приближенных методов решение находится в виде предела некоторой последовательности функций. При этом каждый член последовательности выражается через элементарные функции или квадратуры от элементарных функций. К приближенным методам относятся: разложения решения в обобщенный степенной ряд, метод Чаплыгина, метод Пикара, Канторовича и др. [2]. Приближенные методы принято применять тогда, когда удается найти явное выражение для коэффициентов ряда.

Численные методы применяются к широким классам уравнений и систем уравнений. Численные методы получили широкое распространение и стали бурно развиваться с появлением ЭВМ и увеличением их производительности. В настоящее время эти методы занимают ведущее место среди способов решения практических задач для ОДУ. Они помогают найти приближенные (иногда точные) значения частных решений на выбранной сетке аргумента x – конечном множестве точек $x_i \in [a, b]$, $i = \overline{1, N}$. В результате решение получается в виде таблицы значений.

Большинство численных методов решения задачи (1)-(2) можно представить в виде [3]:

$$y_{m+1} = F(y_{m=q}, y_{m=q+1}, \dots, y_m, y_{m+1}, \dots, y_{m+s}).$$

Численные методы делятся на одношаговые и многошаговые. При $q = 0$, $0 \leq s \leq 1$ численные методы называют одношаговыми, а при $q \geq 1$ или $s \geq 1$ – многошаговыми.

Одношаговые методы, в свою очередь, подразделяются на явные (при $s = 0$) и неявные (при $s = 1$). При $s > 1$ многошаговые методы называют методами с забеганием вперед.

Необходимым условием применимости численных методов является корректность постановки исходной задачи. Также, необходимо, чтобы задача была устойчива по отношению к исходным данным, так как, если данное условие не учитывать, то небольшие изменения начальных условий могут приводить к значительным погрешностям решения.

Рассмотрим некоторые численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Метод Эйлера основан на аппроксимации производной разностной схемой вида:

$$y' = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} \approx \frac{y_{k+1} - y_k}{x_{k+1} - x_k}.$$

Отсюда в силу решаемого дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$ выводится разностное уравнение:

$$y_{k+1} = y_k + f(x_k, y_k) \cdot \Delta x.$$

Функция $f(x_k, y_k)$ представляет собой значение производной на левом конце интервала Δx , называемого шагом интегрирования. Таким образом, разностное уравнение метода Эйлера описывает выходящую из левого конца шага интегрирования касательную к неизвестной искомой интегральной кривой.

Незначительную погрешность при такой аппроксимации можно обеспечить только малым шагом интегрирования Δx . Поэтому численное решение задачи Коши на достаточно большом промежутке изменения аргумента – очень кропотливая процедура, выполнение которой возможно только с использованием вычислительной техники.

Простейший метод Эйлера относится к методам первого порядка, поскольку использует в разностной формуле значение функции в одной точке.

На практике простейший метод Эйлера почти не применяется, а наибольшее распространение получили **модифицированные методы Эйлера** II порядка. Идея первой модификации заключается в выполнении шага интегрирования за два полушага и приводит к уравнению:

$$y_{k+1} = y_k + f\left\{x_k + \frac{1}{2}\Delta x, y_k + f(x_k, y_k) \cdot \frac{1}{2}\Delta x\right\} \cdot \Delta x.$$

Вторая модификация заключается в выполнении предварительного шага интегрирования и поправки на касательную в конце шага:

$$y_{k+1} = y_k + \left[f(x_k, y_k) + f\left\{x_k + \Delta x, y_k + f(x_k, y_k) \cdot \Delta x\right\} \right] \cdot \frac{1}{2} \Delta x.$$

Основные недостатки методов Эйлера I порядка – невысокая точность и плохая устойчивость (погрешность на каждом шаге интегрирования растет).

Методы Адамса используют значения функции в нескольких предыдущих точках (учитывают предысторию поведения функции: y_{k-1}, \dots) для исправления направления касательной. Формула метода Адамса I порядка совпадает с формулой простейшего метода Эйлера:

$$y_{k+1} = y_k + f(x_k, y_k) \cdot \Delta x,$$

а формулы более высокого порядка получаются наращиванием формул меньшего порядка:

$$y_{k+1} = y_k + f(x_k, y_k) \cdot \Delta x + [f(x_k, y_k) - f(x_{k-1}, y_{k-1})] \cdot \frac{1}{2} \Delta x \quad - \text{II порядка},$$

$$y_{k+1} = y_k + f(x_k, y_k) \cdot \Delta x + [f(x_k, y_k) - f(x_{k-1}, y_{k-1})] \cdot \frac{1}{2} \Delta x + \\ + [f(x_k, y_k) - 2f(x_{k-1}, y_{k-1}) + f(x_{k-2}, y_{k-2})] \cdot \frac{5}{12} \Delta x \quad - \text{III порядка}.$$

Методы Адамса более устойчивы по сравнению с методом Эйлера, при этом их точность растет с увеличением порядка. Трудоемкость расчетов методов Адамса по сравнению с другими методами такого же порядка значительно меньше, так как используются значения функции, вычисленные ранее на предыдущих шагах интегрирования. Существенным недостатком методов Адамса является необходимость на первых шагах интегрирования применять другие методы, так как значения функции в «предыдущих» точках не определены.

Методы «прогноз-коррекция» предполагают расчет в два шага: предварительный расчет y_{k+1}^{Π} – «прогноз» («предсказание») и последующее уточнение – «коррекцию» y_{k+1}^K . Для построения формул метода «прогноз-коррекция» определенного порядка используются формулы метода Адамса того же порядка, например, для простейшего метода I порядка:

$$y_{k+1}^{\Pi} = y_k + f(x_k, y_k) \cdot \Delta x \quad - \text{«предсказание»},$$

$$y_{k+1}^K = y_{k+1}^{\Pi} = y_k + f(x_{k+1}, y_{k+1}^{\Pi}) \cdot \Delta x \quad - \text{«коррекция»}.$$

Предсказание отклоняет решение разностного уравнения от точного решения в сторону выпуклости функции. Коррекция приводит к отклонению в сторону вогнутости, так как строится с помощью прямой, проведенной из той же исходной точки, но с наклоном, соответствующим наклону касательной в конце шага. Таким образом, разность между y_{k+1}^{Π} и y_{k+1}^K может служить мерой погрешности численного интегрирования на одном шаге. Таким образом, методы «прогноз-коррекция» выгодно отличаются тем, что допускают контроль величины погрешности на каждом шаге интегрирования. Это может быть использовано для повышения точности расчетов с помощью уменьшения шага или для экономии времени расчетов с помощью увеличения шага.

Для всех разностных методов необходимо отметить следующую закономерность: чем меньше шаг интегрирования, тем меньше погрешность на шаге, тем выше точность интегрирования дифференциальных уравнений. Выгодно отличаются разностные методы, которые позволяют не только контролировать погрешность, но и изменять шаг в процессе интегрирования. Этим свойством обладают разностные методы I порядка, но из них только метод «прогноз-коррекция» дает возможность контролировать погрешность и подсказать, когда возникает необходимость изменения шага. Из методов более высокого порядка предоставляют возможность изменения шага интегрирования методы Рунге-Кутты.

Методы Рунге-Кутты m -го порядка используют m внутренних точек шага интегрирования Δx : $x_k^{(1)} = x_k; \dots; x_k^{(m)} \leq x_{k+1}$, которые задаются характерным для определенной модификации этого метода способом и в которых последовательно вычисляются m значений функции:

$$k_1 = f(x_k^{(1)}, y_{k+1});$$

$$k_2 = f(x_k^{(2)}, y_k + k_1 \cdot (x_k^{(2)} - x_k^{(1)}));$$

$$\dots$$

$$k_m = f(x_k^{(m)}, y_k + k_{m-1} \cdot (x_k^{(m)} - x_k^{(1)}));$$

а затем производится непосредственно сам шаг интегрирования:

$$y_{k+1} = y_k + \left(\sum_{i=1}^m \alpha_i k_i \right) \cdot \Delta x.$$

Простейший метод Рунге-Кутты I порядка ($m = 1$) – это метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты IV порядка использует 4 значения функции, вычисленные для двух промежуточных точек на шаге (в середине) и обеих крайних, и соответствующий набор коэффициентов α :

$$k_1 = f(x_k, y_k);$$

$$k_2 = f(x_k + \frac{1}{2} \Delta x, y_k + k_1 \cdot \frac{1}{2} \Delta x);$$

$$k_3 = f(x_k + \frac{1}{2} \Delta x, y_k + k_2 \cdot \frac{1}{2} \Delta x);$$

$$k_4 = f(x_k + \Delta x, y_k + k_3 \cdot \Delta x);$$

$$y_{k+1} = y_k + (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \cdot \frac{1}{6} \Delta x.$$

Методы Рунге-Кутты отличаются устойчивостью и возможностью контроля погрешности и изменения шага интегрирования.

Сравнительный анализ вышеописанных методов показал, что для целей численного решения системы дифференциальных уравнений, описывающей пожар в помещении, предпочтительным с учетом требований минимизации погрешности вычислений и трудоемкости расчетов, а также устойчивости решения, является метод Рунге-Кутты четвертого порядка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркулова Н.Н., Михайлов М.Д. Разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений. – Томск, 2014. – 122 с.
2. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. – М.: Наука, 1967. – 368 с.
3. Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырный П.И. Вычислительные методы, том 2. – М.: Наука, 1977. – 400 с.

УДК 004.658

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ PATHFINDER, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

М. В. Скачко, М. Г. Есина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В статье дано описание возможностей программы Pathfinder, используемой в области пожарной безопасности. Pathfinder позволяет выполнить расчет времени эвакуации и времени существования скоплений по индивидуально-поточной модели движения. Модель соответствует «Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности»

Ключевые слова: Pathfinder, агент, моделирование, пострадавший, безопасность, эвакуация, спасение, программа, подручные

DESCRIPTION OF THE PATHFINDER PROGRAM USED FOR ENSURING TECHNOSPHERIC SAFETY

M. V. Skachko, M. G. Esina

The article describes the capabilities of the Pathfinder program used in the field of fire safety. Pathfinder allows you to calculate the evacuation time and the time of existence of clusters on an individual-flow model of motion. The model corresponds to the "Method for determining the calculated values of fire risk in buildings, structures and structures of various classes of functional fire danger"

Keywords: Pathfinder, agent, simulation, victim, security, evacuation, rescue, program, improvised

В настоящее время одним из важнейших аспектов обеспечения техносферной безопасности является быстрая и своевременная эвакуация людей из построек различного класса пожароопасности во время ЧС. Для этого создается множество программ, позволяющих провести эвакуацию (с помощью расчета) людей значительно быстрее и эффективнее, чтобы минимизировать человеческие жертвы. Эвакуация проводится при быстротечных ЧС, при недостатке времени. Эвакуация проводится в максимально сжатые сроки комбинированным способом (всеми видами транспорта и пешим порядком) через сборные эвакуационные пункты по территориально производственному принципу (эвакуация рабочих, служащих и членов их семей осуществляется по производственному принципу, то есть по предприятиям, цехам, отделам. Одной из программ, позволяющих быстро, реалистично выполнить расчет эвакуации людей при чрезвычайной ситуации, является программа Pathfinder.

Pathfinder позволяет выполнить расчет времени эвакуации и времени существования скоплений по индивидуально-поточной модели движения. Модель соответствует «Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (утвержденной приказом МЧС России №382 от 30.09.2009, с учетом изменений, вносимых в методику приказом МЧС России №749 от 12.12.2011 и приказом МЧС России №632 от 02.12.2015).

Программа имеет множество функций, моделирующий эвакуацию людей при всевозможных обстоятельствах. Рассмотрим некоторые из них.

Моделирование эвакуации людей, неспособных к самостоятельному передвижению

Pathfinder предоставляет имитацию помощи людям, неспособных к самостоятельному передвижению силами персонала на таких приспособлениях, как инвалидные кресла, носилки. Изначально включаются «пострадавшие» (люди, которым требуется помощь для движения) и «подручные» (люди, перемещающие немобильных агентов).

Программа воплощает множество разновидностей поведения при спасении: подручные не только могут сопровождать на пути к выходу (в безопасную зону), но и передавать его от одной команды подручных к другой (например, одна команда везет неспособного для передвижения пострадавшего к лестнице, другая встречает и спускает по ней), или помогать на отдельном участке пути (например, обеспечить помощь агенту в инвалидном кресле при лестничном спуске). Слияние подручных в «группы помощи» обеспечивает ограниченное количество маршрутов, в соответствии с требованиями методики.

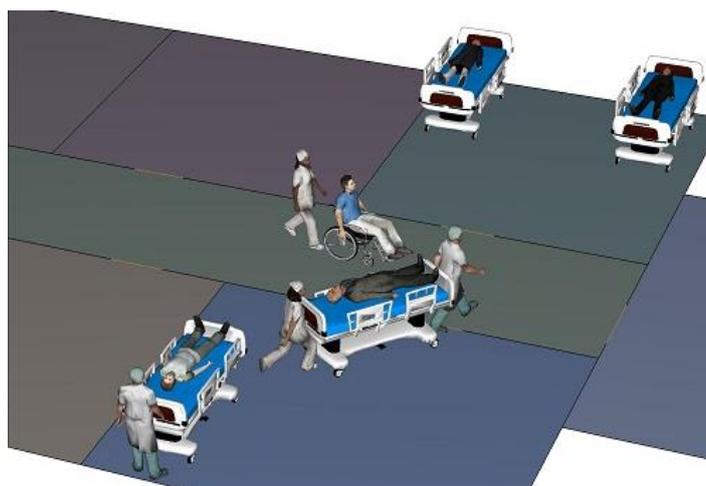


Рис. 1. 3-D модель эвакуации неспособных для самостоятельного передвижения людей подручными

Программа просмотра результатов в 3 -D правдиво отображает процесс спасения.

Эвакуация совместно с отображением (ОФП)

С помощью подобной функции программы Pathfinder можно ярко продемонстрировать, успевают ли люди спастись до блокирования путей эвакуации.

Для этого стоит использовать результаты расчета измерений некоторых величин: температура (t), плотность дыма (ρ), дальность видимости (l) и т.д. Плоскости отдельно регулируются. Для этого нужно изменить масштаб значений и характеристику шкалы цвета (рис. 2).

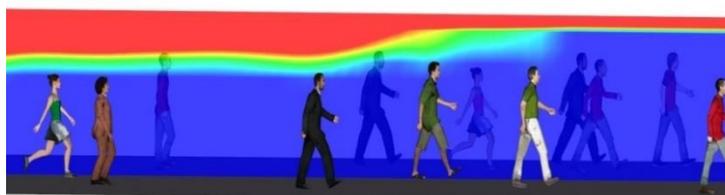


Рис. 2. Модель эвакуации путем изменения цветовой шкалы

Перемещение агентов к выходам

Стандартно – агент применяет параметрический комплекс для выбора дороги на выход. Среди них: минуты ожидания перед у каждого прохода в данном помещении, примерное время от дверей до выхода, и путь, пройденный в нем. Агенты подвижно откликаются на то, как изменяется длина очереди, на то, как открываются/закрываются двери и изменение параметров скорости в аудиториях способные моделировать различные факторы, замедляющие движение, например низкая концентрация кислорода, лишние предметы).

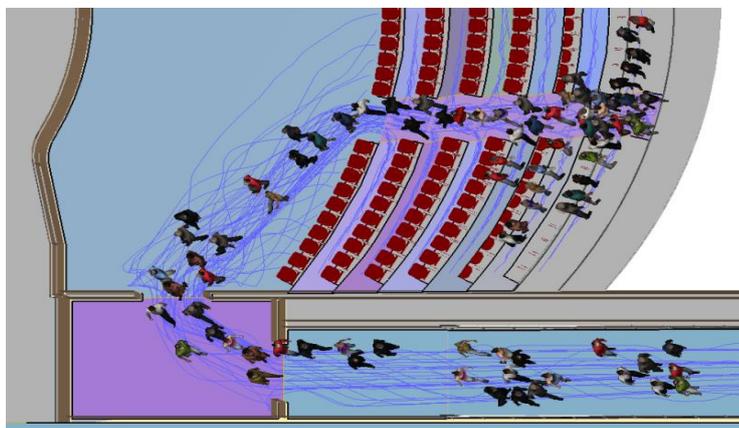


Рис. 3. Движение агентов к выходу

Юзер может изменять вес характеристик, регулируя поведение. Например, приказать агенту совершенно пренебрегать очередью и «нестись» напролом к выходу.

Помимо этого, каждому можно задать определенную цель (идти в какое-либо место и ждать в нем какое-то время).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России №632 от 02.12.15
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (приказ МЧС России №382 от 30.09.2009)
3. Приказ МЧС России №749 от 12.12.2011

УДК 669.1

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСЧЕТА СЛОЖНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА

Е. В. Зарубина¹, Д. С. Репин¹, Т. В. Шмелева², А. М. Полякова²

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. Ленина

Создана компьютерная модель для расчета сложных гидравлических сетей систем противопожарного водоснабжения. Получены результаты расчета, применительно для конкретного объекта.

Ключевые слова: компьютерная программа, оптимизация расчета, гидравлические сети систем противопожарного водоснабжения

OPTIMIZE THE CALCULATION OF COMPLEX HYDRAULIC NETWORKS OF FIRE MAIN SYSTEMS E. V.

E. V. Zarubina, D. S. Repin, T. V. Shmeleva, A. M. Polyakov

The computer model for calculation of complex hydraulic networks of systems of fire-prevention water supply is created. The obtained results, in relation to a specific object.

Key words: computer program, the optimization calculation of the hydraulic network of fire fighting water system

При выполнении курсовых и дипломных проектов требуется определять распределение потоков и напоров воды в кольцевых системах со сложной внутренней структурой. Рекомендуемые для этой цели методики позволяют находить решения только для достаточно простых схем и не могут использоваться для анализа ситуаций, когда в схему вводятся новые или из схемы удаляются существующие связи между отдельными узлами. Для решения этой задачи в среде DELPHI разработана компьютерная программа. Визуальная среда DELPHI позволяет просто и удобно вводить исходные данные, выводить результаты расчета и контролировать процесс расчета.

Для проведения расчета сначала задается количество узловых точек системы и для каждой точки указывается ее характеристика и величина притока в систему или стока из системы. Притоки в систему вводятся как положительные величины, стоки из системы – как отрицательные. Программа контролирует и устанавливает знак в соответствии с выбором типа узла.

Так как из условия баланса прихода и расхода воды в сети суммарный приток должен равняться суммарному стоку, то при отсутствии баланса программа приостанавливает работу и требует уточнить исходные данные.

После успешного завершения ввода массопотоков в узлах сети задается внутренняя структура сети, т.е. указывается наличие или отсутствие связи между каждой парой узлов. Наличие связи означает, что эти узлы соединены трубой. Трубе присваивается имя n_1-n_2 , где n_1, n_2 – номера узлов. При этом отдельно запоминается номер узла n_1 , из которого выходит труба, и номер узла n_2 , в который эта труба подводится. В дальнейшем имя трубы n_1-n_2 сохраняется, а направление может измениться. В таком случае для трубы с именем n_1-n_2 узел входа будет n_2 , а узел выхода n_1 .

Далее вводятся характеристики труб: длина трубы, диаметр трубы и тип материала, из которого выполнена труба. Для облегчения ввода данных в программе предусмотрен выбор внутреннего диаметра труб и тип материала из сортамента труб, выпускаемых в России.

Расчет начинается с предварительного распределения потоков по трубам системы. Для каждого узла, начиная с первого, в соответствии с указанными расходами по определенному алгоритму распределяются расходы воды по трубам таким образом, чтобы выполнялся баланс массопотоков в каждом из узлов. Затем рассчитываются падения напора в каждой из труб по формуле Дарси-Вейсбаха

$$dH = \lambda \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}. \quad (1)$$

Коэффициент гидравлического сопротивления λ зависит от состояния поверхности труб и скорости течения. В программе значение λ определяется по формуле

$$\lambda = A_1 \left(\frac{A_0 + \frac{C}{v}}{d} \right)^m, \quad (2)$$

где параметры A_0, A_1, C, m выбираются согласно [3].

Далее по найденным падениям напоров пересчитываются средневзвешенные значения напоров в узлах. Эти напоры, как правило, отличаются от ранее принятых. На основании новых значений напоров уточняются направления движения воды в трубах и пересчитываются скорости воды по формуле

$$v = \sqrt{\frac{2g dH d}{\lambda L}} \quad (3)$$

и уточняются расходы воды в трубе по формуле

$$Q_{тр} = \frac{v}{s} 1000, \frac{л}{с}, \quad (4)$$

где s – площадь внутреннего сечения трубы.

Эти расходы также отличаются от предварительно принятых. Для каждого узла разветвленной сети должен выполняться закон Кирхгофа: расход воды, подходящий в единицу времени к узлу, должен точно быть равен расходу воды, отходящему от узла. При пересчете напоров в узлах и расходов воды в трубах это равенство нарушается. В качестве меры нарушения для каждого узла вычисляется небаланс потоков по формуле

$$\Delta Q_{уз} = abs \left(Q^+ - Q^- \pm Q_{сток}^{приток} \right). \quad (5)$$

Здесь Q^+, Q^- – соответственно суммарные расходы воды, подходящие к узлу и отходящие от него; $Q_{сток}^{приток}$ – поток воды в узле, поступающий в кольцевую систему или отбираемый из нее.

Суммарный дисбаланс системы определяется как сумма небалансов в каждом узле

$$\Delta Q_{сист} = \sum Q_{уз}. \quad (6)$$

Так как суммируются абсолютные значения небалансов в узлах, то любое нарушение баланса с преобладанием притока или стока в каждом из узлов увеличивает общий дисбаланс системы. Дальнейший расчет кольцевой водопроводной системы сводится к устранению суммарного дисбаланса до приемлемого уровня путем соответствующей корректировки напоров в узлах системы. Увязка напоров и расходов решается как оптимизационная задача, в которой параметрами оптимизации являются величины напоров в $n-1$ узлах сети, а целевой функцией – суммарный дисбаланс потоков.

Минимизация дисбаланса производится по следующему алгоритму. Поочередно в каждом узле, начиная со второго и до последнего, напор воды увеличивается на небольшую величину dh . Затем производится пересчет массопотоков по всем трубам и определяется суммарный дисбаланс сети. В том случае, если дисбаланс снизился, то напор в этом узле фиксируется, и расчет повторяется для следующего узла. Если же суммарный дисбаланс возрос, то напор в этом узле снижается на величину $2dh$ и снова проводится пересчет расходов воды по всем трубам. Если и в этом случае дисбаланс возрастает, то величина напора увеличивается на величину $0,75dh$.

Рис. 1. Расчетный модуль сложных гидравлических сетей систем противопожарного водопровода

Для того чтобы избежать закливания программы в точках локальных экстремумов, величина dh выбирается случайным образом. Задаваемая пользователем программы величина dh при каждом шаге умножается на случайную величину r , равномерно распределенную на интервале $[0,1]$. Фактически последовательно задаются приращения напора в каждом узле на величины $+rdh$, $-2rdh$, $+0,75rdh$. Этот прием существенно повышает устойчивость поиска минимума дисбаланса потоков.

Нами предлагается программа для расчета сложных гидравлических сетей систем противопожарного водопровода упрощенным методом вычисления параметров, расчетный модуль которой представлен на рис. 1.

Тестирование программы на расчетах кольцевых схем различной сложности показало, что для успешного поиска величина приращения dh должна быть достаточно большой при больших невязках и заметно снижаться при уменьшении невязок. При этом для достижения баланса потоков требуется произвести несколько тысяч или десятков тысяч итераций с

пересчетами напоров и расходов во всех узлах схемы. Эта проблема решена следующим образом. На панели управления размещены кнопка «Шаг» и окно «Шаг поиска». При нажатии кнопки выполняется 5000 итераций с пересчетом напоров во всех узлах системы и расходов во всех трубах по описанному выше алгоритму, используя значение dh , приведенное в окне «Шаг поиска». После выполнения 5000 итераций в окне «Суммарный небаланс потоков в узлах» выводится значение суммарного дисбаланса сети. Пользователь программы может изменить значения шага поиска и снова нажать кнопку «Шаг». По изменению суммарного дисбаланса сети можно судить об оптимальности выбранного шага поиска и по ходу работы программы вносить соответствующие корректировки в процесс расчета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Штеренлихт, Давид Вениаминович. Гидравлика: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 2008. - 640 с.
2. СП 8.13130.2009 «Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности», от 25 марта 2009г. ФГУ ВНИИПО МЧС России.
3. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*».

УДК 614.84:004.94

**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ
LAZARUS НА ПРИМЕРЕ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММЫ
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРА**

А. А. Калинова, А. А. Арбузова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В статье проведен обзор функциональных возможностей программной среды Lazarus на примере его использования для создания программы по определению геометрических параметров пожара. Установлено, что в целом работа в среде является удобной для программиста, имеется много различных функций для реализации практически любого приложения. Готовое приложение по внешнему виду привычно для пользователей и не вызовет каких-то трудностей в освоении.

Ключевые слов: программное обеспечение, среда программирования, приложение

**ASSESSMENT OF FUNCTIONALITY OF THE PROGRAM LAZARUS ENVIRONMENT
ON THE EXAMPLE OF HIS USE FOR CREATION OF THE PROGRAM FOR
DETERMINATION OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF THE FIRE**

A. A. Kalinova, A. A. Arbuzova

In article the review of functionality of the program Lazarus environment on the example of his use for creation of the program for determination of geometrical parameters of the fire is carried out. It is established that in general work in the environment is convenient for the programmer, there are many various functions for implementation practically of any application. The ready application on appearance is habitual for users and won't cause any difficulties in development.

Keywords: software, programming environment, application

На протяжении последних нескольких лет в вузах для подготовки инженеров применяется Pascal. Не исключением является и ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия МЧС России». Широкое распространение данного языка обусловлено рядом причин, среди которых можно отметить его гибкость, ясности и логичность. Использование Pascal на начальном этапе обучения приучает будущего специалиста к хорошему стилю программирования. Кроме того, в средней школе основы программирования преподаются именно на базе Pascal [1,2].

Также необходимо отметить активное применение данного языка программистами, которые решают задачи по созданию нетребовательных и непритязательных внешне приложений для работы с самыми разными сервисами в среде Windows и используемых в промышленности и науке. Большинство программистов в течение долго времени применяли систему визуального программирования Delphi в основе которой лежит именно Pascal. Однако в последнее время наблюдается тенденция перехода с Delphi на Lazarus. Lazarus является проектом с открытым исходным кодом. Цель реализации данного проекта – создание бесплатной среды разработки по функциональным показателям сравнимую с Delphi [3].

В данной статье проведен обзор функциональных возможностей программной среды Lazarus на примере его использования при создании программы по определению геометрических параметров пожара. Для оценки возможной обстановки на пожаре существует множество показателей. Особое значение среди них представляют площадь, периметр и фронт пожара. Значения этих параметров определяются величиной линейной скорости распространения горения и временем развития пожара [4].

Для создания программы по определению геометрических параметров пожара в среде Lazarus создана форма, приведенная на рис. 1. Пользователь вводит в поле «Время развития пожара, мин» требуемое значение времени. Затем выбирает форму площади пожара. В программе по умолчанию задано 5 форм: круговая, угловая 90°, 180° и 270° и прямоугольная. При щелчке по кнопке «Рассчитать» выводятся результаты в соответствующих полях вывода: Площадь, Периметр и Фронт.

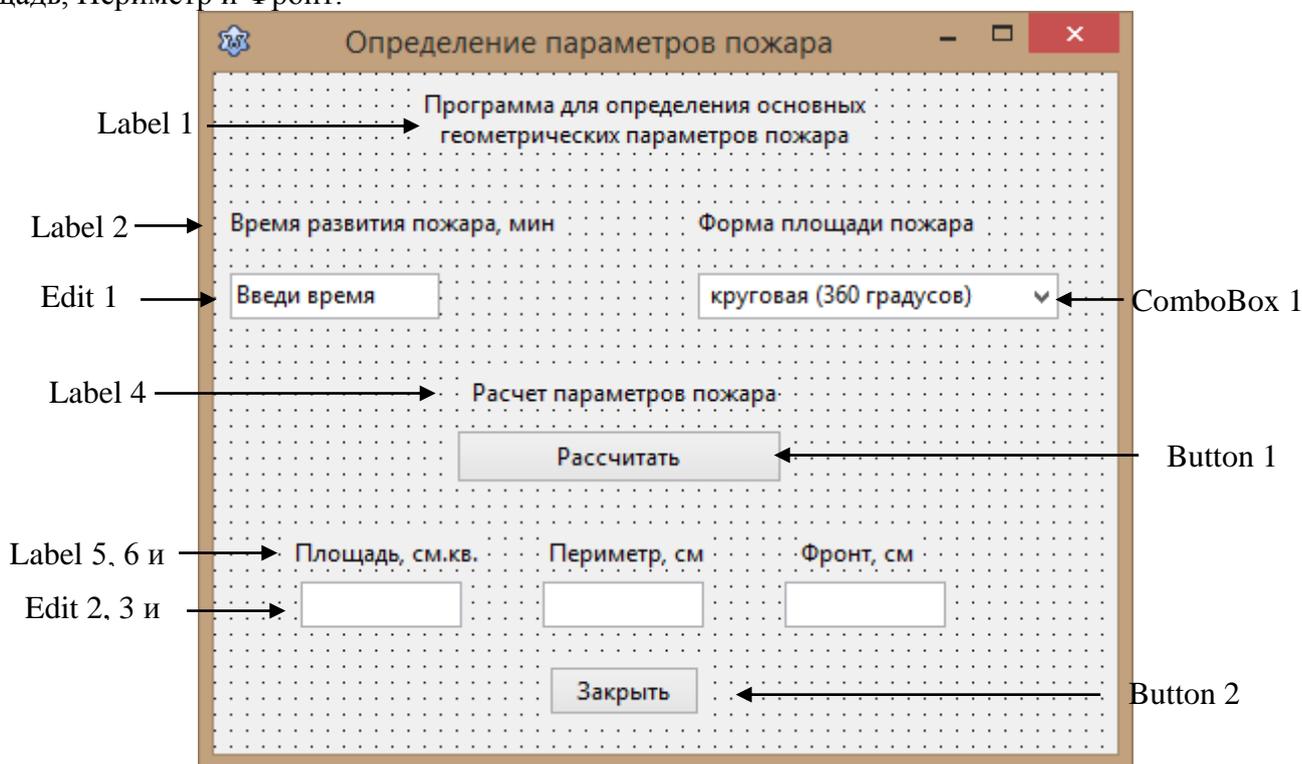


Рис.1. Внешний вид формы, разрабатываемой программы

Все объекты, содержащие текстовую информацию выполнены с помощью объекта Label. Всего при создании формы программы использовано 7 объектов Label. Для задания времени развития пожара на форме расположено поле «Введи время», которое создано с помощью объекта Edit. Всего на форме расположено 4 таких объекта. Для того чтобы пользователь мог перед проведением расчета выбрать форму пожара предусмотрен раскрывающийся список, созданный за счет объекта ComboBox.

Для кнопки «Рассчитать» написана следующая процедура:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
  t : real; // время развития пожара
  Ln : real; // линейная скорость распространения горения
  S : real; // площадь, см. кв.
  p : real; // периметр, см
  f : real; // фронт, см
begin
  // получить исходные данные из полей ввода
  t := StrToInt(Edit1.Text);
  // вычисление параметров пожара
  Ln := 0.5*1*t;
  S := pi*Ln*Ln;
  P := 2*pi*Ln;
  f := P;
```

```
// вывод результата расчета
Edit2.Text:= FloatToStr(S);
Edit3.Text:= FloatToStr(P);
Edit4.Text:= FloatToStr(f);
end;
```

Для кнопки «Заккрыть» написана следующая процедура:

```
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  Form1.Close;
end;
```

На рис. 2 приведено изображение рабочего окна программы при работе с приложением для определения параметров пожара.

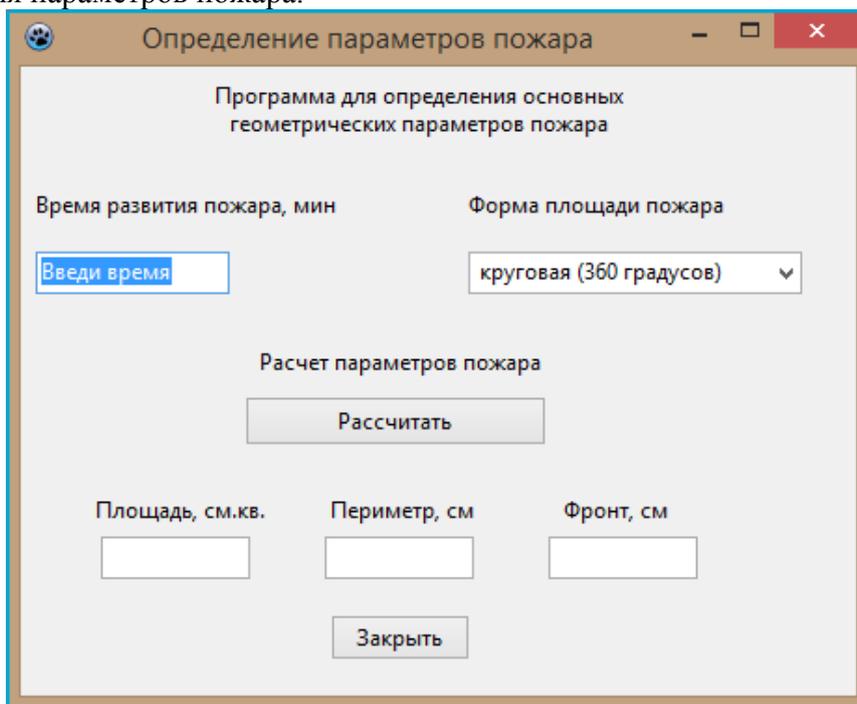


Рис. 2. Внешний вид окна разработанной программы

В ходе проведенной работы разработано графическое приложение для расчета параметров пожара по существующим формулам. Для работы использована среда Lazarus. В целом работа в среде является удобной для программиста, имеется много различных функций для реализации практически любого приложения. Готовое приложение по внешнему виду привычно для пользователей и не вызовет каких-то трудностей в освоении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калинова А.А., Арбузова А.А. Обзор обучающих электронных ресурсов по программированию // Сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции «Актуальные вопросы естествознания». 2017. С.180-183.
2. Фролова Ю.С., Арбузова А.А. Разработка интерактивного обучающего курса по веб-программированию. Молодые ученые - развитию текстильно-промышленного кластера (ПО-ИСК). 2016. № 1. С. 429-430.
3. Lazarus, или IDE на халяву... [Электронный ресурс]. Дата обновления: 15.02.2018. URL: <https://petrochenko.ru/megabyte/lazarus-ide.html> (дата обращения: 09.03.2018).
4. Егорова Н.Е. Интерактивные технологии при обучении навыкам алгоритмизации / Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов». 2017. С.477 – 481.

УДК 004.89; 004.942

ПОВЫШЕНИЕ ОПЕРАТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА БАЗЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ

В. А. Мыльников, Т. Н. Елина

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения

Рассматривается метод повышения оперативности и надежности функционирования облачной инфраструктуры с оптимальной репликацией данных между узлами распределенной файловой системы. Представлены результаты имитационной модели по оценке требуемой ширины магистрального канала организации распределенной файловой системы.

Ключевые слова: облачные вычисления, виртуализация, распределенные файловые системы, имитационное моделирование

INCREASE OPERATIONAL AND RELIABLE CLOUD INFRASTRUCTURE ON THE BASIS DISTRIBUTED FILE SYSTEM

V.A. Mylnikov, T.N. Yelina

The method of increasing the efficiency and reliability of the cloud infrastructure functioning with optimal data replication between the nodes of the distributed file system is considered. The results of the simulation model for estimating the required trunk channel width of a distributed file system organization are presented.

Keywords: cloud computing, virtualization, distributed file systems, simulation

В настоящее время облачные вычисления предлагают разнообразные информационные услуги, преимуществом которых является масштабируемость, удобство сопровождения, высокая надежность и производительность. Выполнение показателей качества тесно связано с организационной моделью облачной инфраструктуры и характеристиками аппаратного обеспечения. На скорость технологических операций оказывает существенное влияние организация распределенной файловой системы между узлами вычислительного кластера.

Организация облачных вычислений на базе централизованной системы хранения данных (СХД) является наиболее распространенным, но весьма дорогостоящим вариантом. Использование распределенной файловой системы требует организации внутренней кластерной сети. Ограничением данного варианта является скорость магистральных каналов, от которой зависит максимальное число серверов в группе и время миграции виртуальных сред и требует определенного запаса ширины канала для технологических системных задач поддержания репликации блоков данных.

Большинство серверов способно справиться с подобной нагрузкой с помощью дополнительных сетевых адаптеров для организации внутренней кластерной сети. Каждый сервер должен иметь один дисковый раздел для операционной системы управления кластером. Вычислительные сервера должны иметь дополнительный быстродействующий жесткий диск в качестве внутреннего кэша, требуется высокоскоростной SAS-15K или твердотельный SSD диск объемом 32-64 Гбайт. Для организации распределенной файловой системы уровня облачных вычислений необходима репликация данных между различными группами из 3-х серверов.

Наиболее критичной ситуацией репликации данных, требующих значительной ширины магистрального канала, является отказ одного или нескольких жестких дисков. В данной си-

туации требуемые блоки данных запрашиваются у группы серверов и нагрузка канала определяется интенсивностью дисковых операций виртуальных сред. При замене жесткого диска происходит восстановление данных, нагрузка на канал существенно возрастает. Приоритет данной системной операции восстановления целостности данных превосходит рабочие процессы виртуальных сред. Более наглядно эту ситуацию может пояснить созданная в среде AnyLogic имитационная модель (рис. 1).



Рис. 1. Анализ использования магистрального канала в режиме восстановления данных

Имитационная модель позволяет определить необходимую скорость нагрузки магистрального канала для кластера серверов (А, В, С). Исходными данными для моделирования являются объем и период времени для восстановления данных распределенной файловой системы.

Рассматривается восстановление жесткого диска на сервере С, восстанавливаемые блоки данных запрашиваются от серверов А и В. Требуемая скорость канала для восстановления данных в модели соответствует скорости интерфейса подключения жесткого диска, сервер С может обращаться к любому из двух серверов в зависимости от их степени загрузки. Объем жесткого диска может составлять от 500 Гбайт до 10 Тбайт, поэтому время восстановления может составить соответственно от 2 часов до 2 суток.

Дополнительно на сервере С рассматривается рабочая нагрузка в виде виртуальной машины, которая так же требует репликации данных через магистральный канал. Модель позволяет регулировать этот показатель, чтобы понять требуемую ширину канала при сохранении работоспособности виртуальных сред. Общий график демонстрирует распределение скорости канала на системные задачи и рабочую нагрузку. Из рассматриваемого примера видно, что с учетом минимальной рабочей нагрузки виртуальных машин был превышен лимит скорости в 1 Гбит/с.

Таким образом видно, что сохранение оперативности облачных вычислений предъявляет существенные требования к скорости магистрального канала. Любые штатные или нештатные ситуации, например миграция виртуальных сред, отключение узлов и восстановление виртуальных сред, увеличивает вероятность отказа. При ограниченных ресурсах и отсутствии необходимых запасов мощностей возрастает риск потери всего облака.

Виртуальные среды имеют различные требования к аппаратным ресурсам, графику нагрузки. Поэтому сложно планировать регламентные работы по обслуживанию облачной инфраструктуры и выполнять замену неисправного оборудования. Единственным на данный момент решением уменьшения времени репликации данных является увеличение скорости магистрального канала, что является дорогостоящим решением и требует обоснования.

Большинство промышленных серверов имеют встроенные 2-х или 4-х портовые гигабитные сетевые адаптеры, которые способны работать параллельно с увеличенной скоростью. С переходом на более скоростные сетевые адаптеры 10 Гбит/с дополнительно потребуются сетевые коммутаторы, многопортовые адаптеры позволят повысить скорость до 40 Гбит/с.

Большинство случаев репликации происходит при внезапном выходе из строя жесткого диска. Предположим, что существует возможность выполнить миграцию данных с исправного жесткого диска, но по диагностической картине являющегося претендентом на замену. На сервере имеется возможность подключить новый жесткий диск и задействовать его в репликации.

Изменим имитационную модель (рис. 2) и рассмотрим методику оптимальной репликации данных:

- устанавливается новый исправный жесткий диск и активируется режим переноса данных;
- корректность блока данных проверяется по контрольной сумме, сбойные блоки игнорируются и запрашиваются от других серверов;
- при чтении данных из заменяемого диска, записи нового блока или внесении изменений блок данных записывается на новый диск.

Анализ использования магистрального канала

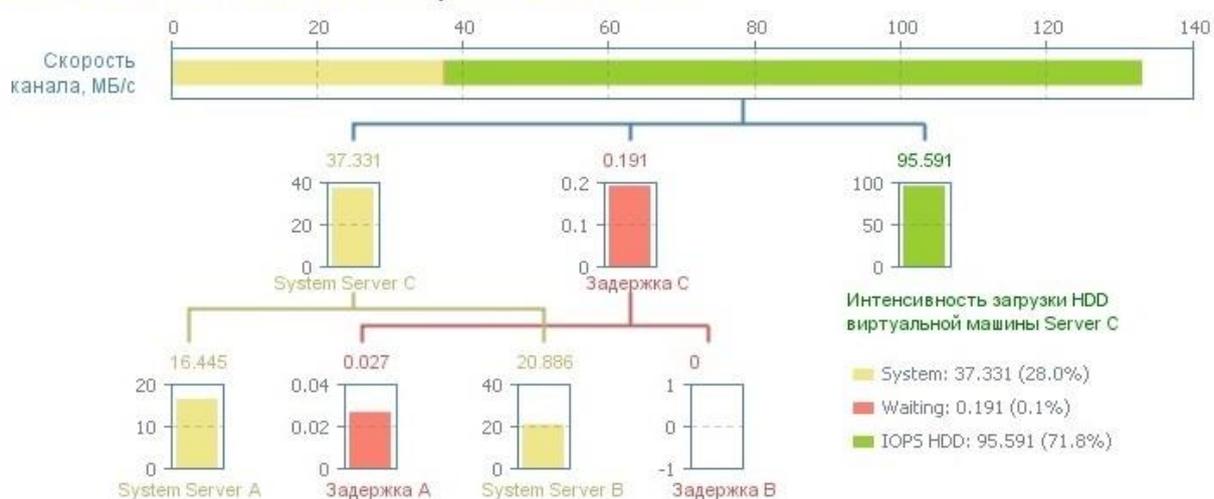


Рис. 2. Анализ использования магистрального канала в режиме восстановления данных с модернизацией метода репликации данных

Магистральный канал используется с меньшей интенсивностью для системных операций репликации файловой системы, блоки данных с исправной контрольной суммой считываются непосредственно с жесткого диска. Процесс миграции совмещен с операциями чтения/записи блоков данных виртуальной среды. Это позволяет сохранить оперативность виртуальной среды и повысить интенсивность дисковых операций с сохранением скоростного лимита в 1 Гбит/с. Магистральный канал используется только в момент репликации измененных блоков данных и запросов на блоки данных со стороны серверов А и В.

Дальнейшее исследование задачи обоснования параметров облачных систем для повышения надежности и оперативности облачных вычислений целесообразно продолжить в следующих направлениях:

1. Реализация метода репликации блоков данных распределенной файловой системы на базе свободно распространяемого программного обеспечения.
2. Оценка оперативности и надежности облачной инфраструктуры с различными по интенсивности дисковых операций прикладными виртуальными средами.

УДК 614.84

ПОРЯДОК РАБОТЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ FIRESAFETY КАК ПОДГОТОВКА К РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЖАРА

А. А. Шавлюга, Н. А. Таратанов
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В процессе расследования пожаров необходимо выяснение прямых причинно-следственных связей между действиями подозреваемых и возникновением и развитием горения, что, в свою очередь, невозможно без проведения пожарно-технической экспертизы. Так в работе описан процесс подготовки к проведению комплексной экспертизы посредством компьютерного моделирования.

Ключевые слова: реконструкция пожара, моделирование пожара, интегральная модель

WORKING WITH THE SOFTWARE PACKAGE FIRESAFETY AS PREPARATION FOR THE RECONSTRUCTION OF FIRE

A. A. Shavlyuga, N. A. Taratanov

Annotation: in the investigation of fires is necessary to ascertain direct cause-and-effect relationships between the actions of the suspects and the emergence and development of combustion that, in turn, is impossible without carrying out of fire-technical examination. Thus the paper describes the process of preparations for the comprehensive examination through computer simulation.

Keywords: reconstruction fire modeling of fire, integrated model

Программный комплекс FireSafety разработан с использованием шаблона проектирования Model-View-Controller и состоит из совокупности трёх информационных модулей. Совокупность этих информационных модулей позволяет пользователю осуществлять построение модели объекта пожара в 2D и 3D виде, с учётом наружного противопожарного водоснабжения, различных сигнализирующих датчиков, в последующем проведения моделирования процесса возникновения и развития пожара и так же учета СиС пожарно-спасательных подразделений участвующих при тушении пожара и подаваемые ими ОТВ. Все данные расчётов динамики параметров развития и тушения пожара возможно наблюдать в режиме реального времени и по завершению моделирования на совмещённых графиках зависимости параметров от времени.

Реконструкция процесса возникновения и развития пожара в программном комплексе FireSafety на объекте пожара осуществлялась для воссоздания распространения опасных факторов пожара, моделирование прибытие СиС и подачу огнетушащих веществ, на начальной стадия пожара, с целью анализа распространения пожара, а так же дать оценку действиям пожарно-спасательных подразделений при тушение пожара.

Алгоритм работы в программном комплексе

Работа в программном комплексе строится на основе трех информационных модулей, связанных между собой. Соответственно проведение реконструкции возникновения и развития пожара на определенном объекте пожара в данном программном комплексе основывается на понимании каждого из модуля, его предназначения и конкретной информации, которую эксперту необходимо собрать, для начала работы. Каждый модуль несет в себе определенное предназначение:

- модуль № 1 предназначен для создания и визуализации фрагментов зданий (сооружений), сетей наружного противопожарного водоснабжения;

- модуль № 2 осуществляет расчёт динамики параметров развития и тушения пожара в режиме реального времени;
- модуль № 3 моделирует визуализацию процесса подачи огнетушащих веществ снаружи и внутри здания.

Модуль для создания и визуализации фрагментов зданий позволяет создать файл-проект, содержащего в себе фрагмент здания и инженерной сети наружного противопожарного водоснабжения. Создание проекта подразумевает в себе:

- создание схемы планировки этажа здания, состоящей из помещений, представленных в компьютерной модели объекта пожара простыми геометрическими фигурами – прямоугольниками;
- установка связей между элементами схемы, прорисовывание проёмов;
- установка сигнализирующих датчиков систем обнаружения;
- размещение пожарных гидрантов одной водопроводной сети и водоисточника.

При открытии программы **FireSafety** появляется рабочее окно программы, имеющая вверху окна панель меню, которое в начале работы предоставляет возможность создания нового проекта или открытия уже существующего (рис. 1).

При создании нового проекта, пользователь на первом этапе имеет возможность задать следующие параметры для нового проекта: **Название проекта**, **Размеры холста** (на котором будет производиться построение проекта), характеристики **Наружное противопожарное водоснабжение**, **Количество этажей** и **Рабочий этаж** (этаж на котором происходит горение) (рис. 2).

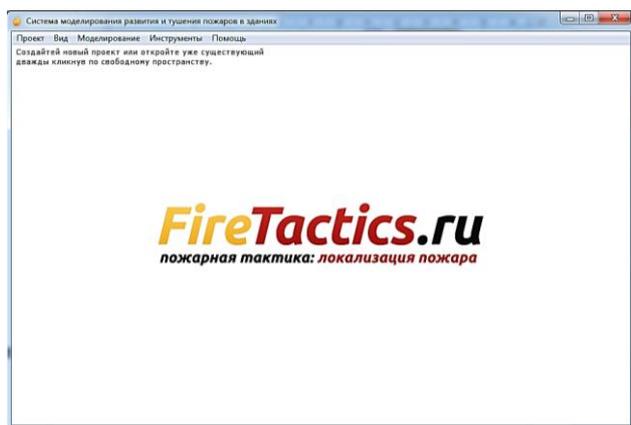


Рис. 1. Вид рабочего окна программы «FireSafety»

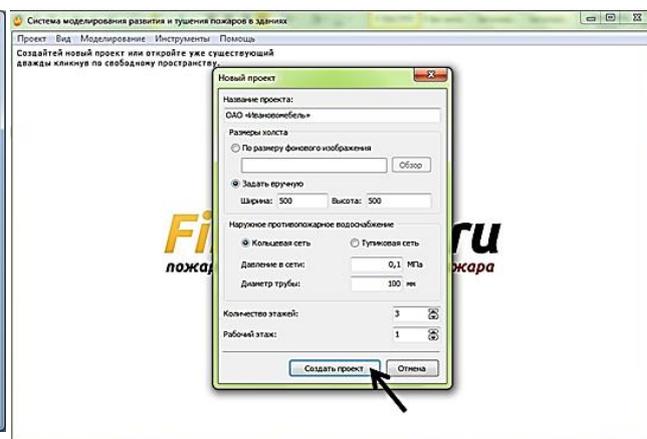


Рис. 2. Вид рабочего окна «Новый проект»

Далее после создания проекта, появляется окно **Проектирование 2D**, в котором выполняется непосредственное создание проекта, за счет выполнения предложенных действий, таких как:

- **Редактирование помещений** - создание схемы планировки этажа здания, состоящей из помещений, представленных в компьютерной модели простыми геометрическими фигурами – прямоугольниками, так же введением **Информации о помещении** и его характеристик;
- **Редактирование связей** - установка связей между элементами схемы, прорисовывание проёмов, задание **Информации о проеме** и его характеристик;
- **Редактирование датчиков** - установка сенсоров систем обнаружения с указанием его характеристики;
- **Редактирование источников воды** - размещение пожарных гидрантов одной водопроводной сети и водоисточника;

После редактирования выше перечисленных показателей полученный проект проводится в 3D визуализацию модели объекта пожара (рис. 3).

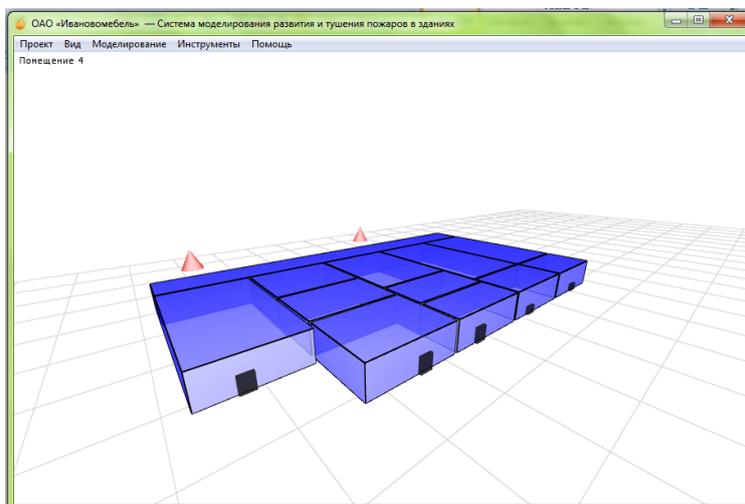


Рис. 3. 3D-визуализация модели объекта пожара

Далее пользователь начинает работу с **модулем расчёта динамики параметров развития и тушения пожара**, в котором необходимо задать предполагаемое место возникновения очага пожара, выбрать конкретный вид горючей нагрузки, размещенной в помещениях созданной модели фрагмента здания, а также тип ограждающих конструкций и нормативные значения параметров, определяющих моменты локализации и ликвидации пожара.

Интерфейс данного этапа работы с программой, значения параметров, необходимых для численной реализации интегральной модели пожара, лежащей в основе вычислительной структуры программы.

Для расчёта также необходимо указать привлекаемые силы и средства пожарно-спасательных подразделений для тушения пожара и время их прибытия. Для удобства работы с данным модулем у пользователя имеется возможность использовать базу данных пожарной техники.

После ввода необходимых данных приступают к моделированию процессов развития и тушения пожара в здании. При этом параметры развития пожара, а также опасных факторов пожара, вычисляются на основе интегральной модели пожара. Результаты вычислений динамики параметров развития пожара представляются в виде совмещенных графиков зависимости следующих показателей от времени:

- а) линейная скорость пламени, площадь пожара, масса выгоревших материалов и мощность пожара;
- б) среднеобъёмная температура газовой среды, дальность видимости, среднеобъёмная плотность кислорода и токсичного продукта (в зависимости от горючей нагрузки).

После начала моделирования, по достижении времени прибытия АЦ вступает в работу **Модуль визуализации процесса подачи огнетушащих веществ**. К времени, которое было указано для прибытия пожарно-спасательных подразделений, в рабочем окне появляются заданные АЦ. Далее пользователь имеет возможность произвести расстановку СиС пожарно-спасательных подразделений и подать ОТВ. (рис. 4).

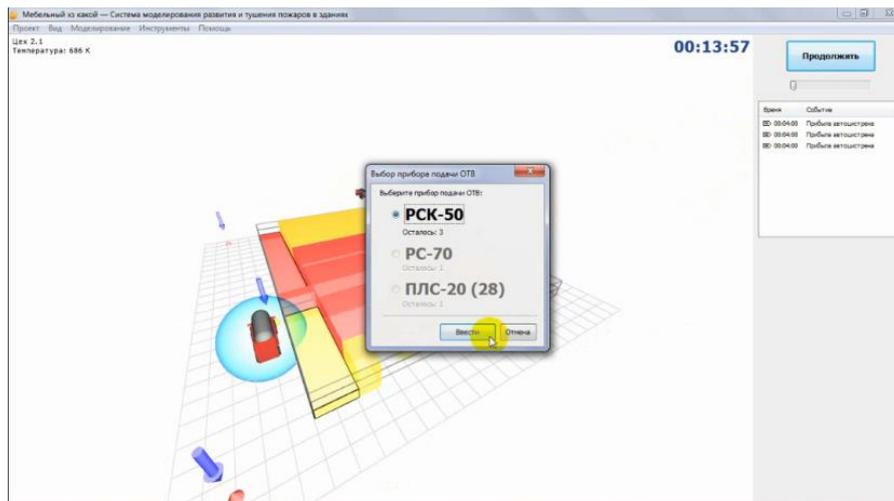


Рис. 4. Расстановка СиС и подача ОТВ

В результате введения СиС и подачи ОТВ оказывается влияние на динамику параметров тушения пожара, что отображается на совмещенных графиках зависимости следующих параметров от времени:

- объём огнетушащих веществ, расход огнетушащих веществ, удельный расход огнетушащих веществ и нормативную интенсивность подачи огнетушащих веществ.

Реконструкция процесса возникновения и развития пожара в программном комплексе на объекте пожара

На основе алгоритма работы в первом модуле программного комплекса FireSafety была построена 3D модель объекта пожара, основанная на простых геометрических фигурах (рис. 5).

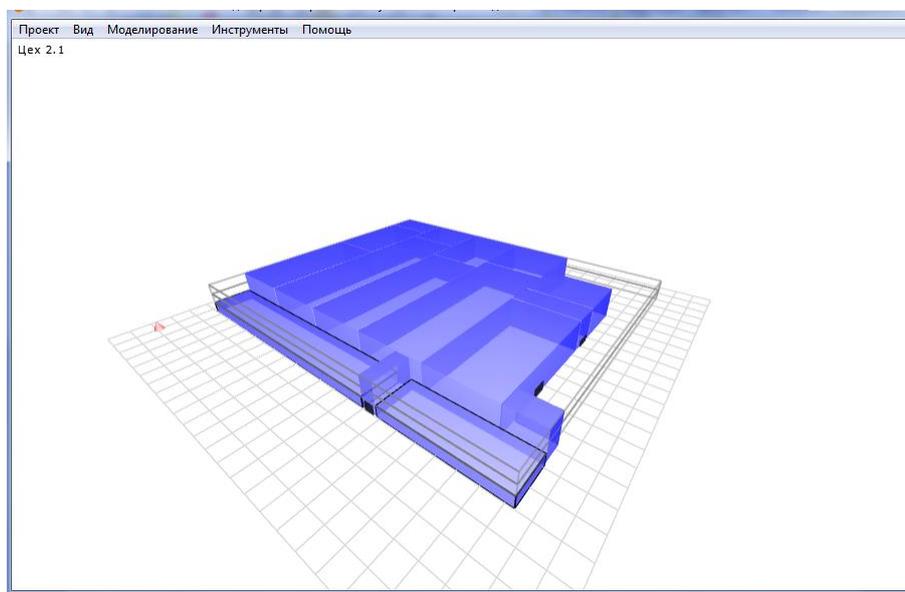


Рис. 5. Модель объекта пожара в ПК FireSafety

Параметры горючей нагрузки, тип ограждающих конструкций и нормативные значения параметров, определяющих моменты локализации и ликвидации пожара выбраны на основании характеристики объекта, расстановки СиС и подачу ОТВ, принятые по итогам разбора пожара, на начальном этапе тушения пожара (три автоцистерны).

Сценарии для моделирования пожара разрабатывались на основании воссозданной обстановки показаний свидетелей, результатов осмотра места пожара, а так же на основании

фото и видео материалов. Проанализировав имеющиеся данные, и предварительно оценив параметры и результаты, которые необходимо получить, было решено выполнить моделирование по следующим направлениям:

- Моделирование пожара и прибытие СиС пожарно-спасательных частей (ПСЧ) по достижению площади пожара 200 м²;
- Моделирование пожара с учетом тушения пожара работниками предприятия и прибытие СиС ПСЧ по достижению площади пожара 200 м²;
- Моделирование пожара и вызов ПСЧ сразу после обнаружения возгорания.

Перед авторским коллективом ставилась задача сопоставить имеющиеся временные данные (согласно данным по разбору пожара) с полученными временными данными по итогам моделирование. Так же реализовать расстановку СиС и подачу ОТВ согласно реальной расстановки на момент тушения пожара, согласно план-схем. К тому же посмотреть, что бы произошло, если бы пожарно-спасательные подразделения были вызваны сразу же после обнаружения пожара.

Данные полученные при моделировании возникновения и развития пожара позволили воссоздать приближенную обстановку, происходившего в реальном времени пожара, что дало возможность оценить действия пожарно-спасательных подразделений. Моделирование пожара, при котором сотрудники персонала вызвали пожарно-спасательные подразделения на момент обнаружения пожара показало, что раннее сообщение о пожаре позволило бы избежать жертв на пожаре и привести к минимуму разрушительные последствия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Россинская Е.Р., Галяшина Е.И. Настольная книга судьи: судебная экспертиза. - «Проспект», 2011.
2. Чешко И.Д., Плотников В.Г. Анализ экспертных версий возникновения пожара. В 2-х книгах. СПбФ ФГУ ВНИИПО МЧС России, Кн. 1 – Санкт-Петербург: ООО «Типография «Береста», 2010. – 708 с.
3. Чешко И.Д., Плотников В.Г. Анализ экспертных версий возникновения пожара. В 2-х книгах. СПбФ ФГУ ВНИИПО МЧС России, Кн. 2 – Санкт-Петербург: 2012. – 364 с.
4. Зернов С.И. Задачи пожарно-технической экспертизы ми методы их решения: Учебное пособие. – М.: ЭКЦ МВД РФ, 2001. – 200 с.
5. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). Санкт-Петербургский институт пожарной безопасности МВД РФ. – Санкт-Петербург, 1997. – 562 с.
6. Овсянников М.Ю., Мурзин Р.А. Прогнозирование опасных факторов пожара: лабораторный практикум. Учебное пособие по дисциплине «Прогнозирование опасных факторов пожара» для курсантов, слушателей и студентов, обучающихся по специальностям: 280104.65 - «Пожарная безопасность», 280700.62 - «Техносферная безопасность», 280103.65 - «Защита в чрезвычайных ситуациях» - Иваново: ИВИ ГПС МЧС России 2010. - 151 с.
7. Тараканов Д.В., Варламов Е.С., Илеменов М.В. Компьютерное моделирование процессов развития и тушения пожаров в зданиях//Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 5 (57), 2014 г
8. Тараканов Д.В., Варламов Е.С., Илеменов М.В. Система моделирования развития и тушения пожаров в зданиях. Свидетельство об официальной регистрации в Реестре программ для ЭВМ № 2013612151 от 15 февраля 2013 г. (Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам).
9. Шавлюга А.А., Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Калашников Д.В. Применение программных комплексов для установления обстоятельств пожара // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». Выпуск № 3 (73), 2017.

УДК 004.658

**ПРИМЕНЕНИЕ СУБД ACCESS ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БАЗЫ ДАННЫХ
«УЧЕТ ПУБЛИКАЦИЙ КАФЕДРЫ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН»**

И. В. Губина, Н. Е. Егорова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Разработана база данных в системе СУБД Access для быстрого и удобного поиска и учета научных статей кафедры естественнонаучных дисциплин. База данных учитывает не только название и авторов статей, но также хранит информацию о статусе публикации, месте и дате издания. Данная программа позволяет быстро провести поиск научных статей по различным критериям.

Ключевые слова: база данных, таблица, публикации, разработка, применение

**APPLICATION OF RDBMS ACCESS FOR DATABASE DEVELOPMENT
«ACCOUNTING OF PUBLICATIONS OF DEPARTMENT OF NATURAL SCIENTIFIC
DISCIPLINES»**

I. V. Gubina, N. E. Egorova

A database has been developed in Access database system for fast and convenient search and accounting of scientific articles of the Department of Science Disciplines. The database takes into account not only the title and authors of the articles, but also stores information about the publication status, place and date of publication. This program allows you to quickly search for scientific articles on various criteria.

Keywords: database, table, publication, development, application

Начиная разрабатывать базу данных «Учет публикаций кафедры естественнонаучных дисциплин», мы познакомились с программой «Microsoft Access», в которой и происходила разработка базы данных. Стоит отметить, что в любой области человеческой деятельности мы часто имеем дело с большими объемами данных, что непосредственно представляет собой базу данных. База данных – это организованная структура, предназначенная для хранения информации. С понятием базы данных тесно связано понятие системы управления базой данных (СУБД).

СУБД – это программное обеспечение, с помощью которого пользователь может определять, создавать и поддерживать базу данных.

Начиная работать с программой, стоит отметить, что Microsoft Access – это реляционная система управления базами данных, интегрированная с другими приложениями пакета Microsoft Office. Поля базы данных не просто определяют структуру базы — они еще определяют групповые свойства данных, записываемых в ячейки, принадлежащие каждому из полей [1].

Создаваемая информационная система осуществляет учет научных работ кафедры естественнонаучных дисциплин, хранит сведения о названиях научных статей, авторах, даты и места публикации. Основными элементами информационной системы являются база данных и приложение для работы с ней. Приложение, как правило, включает формы для ввода данных, запросы, отчеты и другие элементы.

База данных «Учет публикаций кафедры естественнонаучных дисциплин» не имеет аналогов, идея ее создания и разработки структуры является оригинальной и принадлежит авторам данной работы. Данная база данных является простым программным продуктом, который позволяет быстро найти нужную информацию о статьях, ее авторах и статусе публикации. База данных может быть дополнена новым данными, о новых публикациях кафедры естественнонаучных дисциплин.

Созданная разработчиками данной работы база данных состоит из пяти таблиц: «Статьи», «Авторы статей», «Авторы», «Статусы» и «Месяцы» (см. рис. 1).

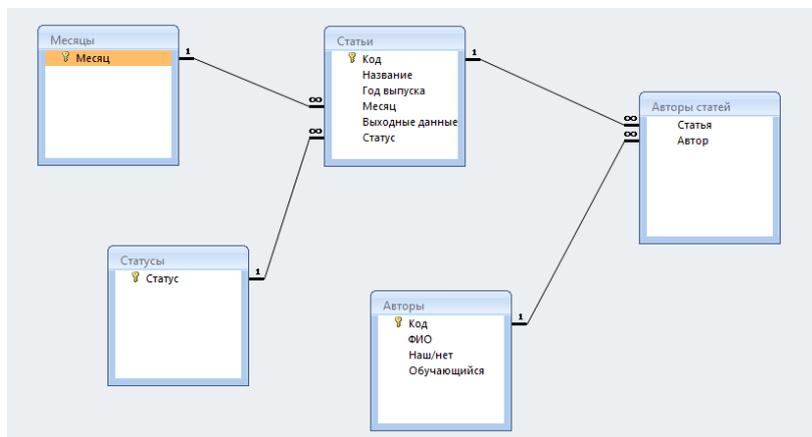


Рис. 1. Схема данных базы «Учет публикаций кафедр ЕНД»

Рассмотрим подробно структуру каждой таблицы и укажем ее предназначение. Основной таблицей базы данных является таблица «Статьи» (см. рис. 2).

Первым полем рассматриваемой таблицы является поле "Код". Оно предназначено для хранения индивидуальных номеров авторов статей. Поскольку данные номера назначаются автоматически, удобнее всего использовать для этого поля тип счетчика. Для хранения названия статей предназначено поле «Название». Так как данное поле таблицы содержит в себе текстовую информацию, то используем тип поля – текстовый. Поле «Год выпуска» носит в себе информацию о годе выпуска той или иной статьи. Для удобства используется тип поля – числовой. Поле «Месяц», предназначено для указания месяца, в котором была издана статья. Используемый тип поля – текстовый. В текстовом поле «Выходные данные» указывается информация о том, где была опубликована данная статья (научный журнал, сборник конференции и пр.). Последним полем в таблице «Статьи» является поле «Статус». Поле этого типа носит в себе информацию о том, какой статус носит в себе статья РИНЦ, ВАК и т.д. Для удобства выбран тип поля – текстовый.

Код	Название	Год выпуска	Месяц	Выходные данные	Статус
1	Очистка водных экосистем от нефти	2016	Апрель	сборник научных тр	РИНЦ
2	Термохимическое исследование п	2016		Вестник Воронежск	РИНЦ
3	Кинетика термоокислительной дек	2016	Декабрь	Пожарная безопасн	РИНЦ
4	Способ модификации наноразмер	2016		Пожары и чрезвычайн	РИНЦ
5	Нефтесорбенты на основе кремне	2016	Май	Перспективные мат	РИНЦ
6	К расчету температур бетона числ	2016	Апрель	Дальневосточная ве	РИНЦ
7	Исследование износостойкости ма	2016		Сборник материалс	РИНЦ
8	Математическое моделирование г	2016	Май	сб. материалов XIX	РИНЦ
9	Разработка интерактивного прило	2016	Сентябрь	интернет-журнал N	
10	Ab initio исследование конформац	2016	Май	RESEARCH сборник с	РИНЦ
11	Термоокислительная деструкция	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
12	Влияние высоких температур на м	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
13	К вопросу создания и применения	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
14	Оптимизация режимов плазменно	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
15	Плазменная деструкция хлористог	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
16	Профессионально-значимые качес	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
17	Влияние концентрации пенообраз	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
18	Коррозионное поведение стали Ст	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
19	Термическая декомпозиция ионны	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
20	К вопросу восстановления эксплуа	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
21	К расчету температуропроводност	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
22	Тестирование методики численно	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ
23	Обезвреживание токсичных раств	2016	Ноябрь	сборник материал	РИНЦ

Рис. 2. Таблица «Статьи»

Следующей по значимости в базе данных является таблица «Авторы» (см. рис. 3). Поле «Код» этой таблицы аналогично полю «Код» ранее рассмотренной таблицы. Код каждому автору присваивается индивидуально и каждое число может встретиться только один раз. Следом за полем «Код», можно видеть поле «ФИО», в котором содержится информация о фамилии, имени и отчестве автора. Так как это текстовая информация и набирается с клавиатуры, то используется тип поля – текстовый. Поле «Наш/нет» несет в себе информацию о том, является ли автор статьи преподавателем на кафедре естественнонаучных дисциплин. Поскольку поле может быть заполнено лишь одним из двух вариантов, оно имеет логический тип данных. Последним полем в таблице является логическое поле «Обучающийся». По информации из этого поля можно выделить авторов статей, обучающихся в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Код	ФИО	Наш/нет	Обучающийся
8	Авдюнин Е.Г.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	Арбузова А.А.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Барина Е.В.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Беляев С.В.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	Быков А.А.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	Гришина Е.П.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Гурина Д.Л.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Егоров С.А.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46	Егорова Е.С.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Егорова Н.Е.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	Есина М.Г.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Ефремов А.М.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	Злобин Т.А.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	Иванов Е.А.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	Катаманов А.А.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	Корниенко А.А.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Кудрякова Н.О.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Лебедева Н.Ш.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Лохмотов Н.С.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	Микушкин О.В.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Мухин А.А.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рис. 3. Таблица «Авторы»

Таблица «Авторы статей» (см. рис. 4) по сути является таблицей-связкой, связывающей конкретные статьи с их авторами. Поскольку одним автором может быть издано сколько угодно статей, а у одной статьи может быть несколько авторов, между таблицами «Статьи» и «Авторы» прослеживается много-многозначная связь. В системе Microsoft Access напрямую такую связь реализовать невозможно, а следует использовать вспомогательную таблицу. Таковой вот вспомогательной таблицей и является таблица «Авторы статей», оба поля которой являются числовыми.

Таблица-справочник «Месяцы» состоит всего из одного поля, которое носит название «Месяц». Таблица используется для организации поля со списком.

Последняя таблица, которая имеется в нашем проекте, называется «Статусы» (см. рис. 5). Она, как и предыдущая состоит всего из одного поля «Статус». В данном поле, указывается статус, который приобретает публикация, это может быть РИНЦ, ВАК и т.д. Тип поля выбран – текстовый.

Статья	Автор
1	1
5	1
12	1
1	2
4	2
5	2
12	2

Рис. 4. Таблица «Авторы статей»

Статус
ВАК
РИНЦ

Рис. 5. Таблица «Статусы»

База данных «Учет публикаций кафедры естественнонаучных дисциплин» может находиться не только непосредственно на персональном компьютере, но также на различных портативных носителях информации (например, на USB-флеш-накопителе). Таким образом, разработанная база данных «Учет публикаций кафедры естественнонаучных дисциплин» позволяет быстро находить и учитывать научные статьи работников кафедры естественнонаучных дисциплин. БД принимает во внимание не только название и авторов статей, но также хранит информацию о статусе публикации, месте и дате издания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кинжигалиев Б.М., Егорова Н.Е. Методика вычисления остатков товара при разработке учебной базы данных в СУБД Microsoft Access // Актуальные вопросы естествознания: сб. материалов II Межвузовской научно-практической конференции (12 апреля 2017) / «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – Иваново, 2017 г. С. 170 – 172.

УДК 51-74+519.257

ПРОГНОЗ СРЕДНЕГО ВРЕМЕНИ ПРИБЫТИЯ ПЕРВОГО ПОЖАРНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ НА ПОЖАР В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА 2018 ГОД

И. А. Кайбичев

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

С помощью экспоненциального сглаживания выполнен прогноз среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской и сельской местностях Российской Федерации на 2018 год. Полученный результат может быть использован для обоснования распределения материальных ресурсов, разработке программ развития пожарной охраны в регионах Российской Федерации.

Ключевые слова: статистика пожаров, городская и сельская местности Российской Федерации, прогноз среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар

FORECAST OF THE AVERAGE TIME OF ARRIVAL OF THE FIRST FIRE DIVISION THE FIRE IN THE RUSSIAN FEDERATION TO 2018 YEAR

I. A. Kabichev

With the help of exponential smoothing, the forecast of the average arrival time of the first fire unit for a fire in the urban and rural areas of the Russian Federation for 2018 was made. The obtained result can be used to justify the distribution of material resources, the development of fire protection programs in the regions of the Russian Federation.

Keywords: fire statistics, urban and rural areas of the Russian Federation, forecast of the average time of arrival of the first fire division to the fire

Важность среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар среди показателей пожарной статистики подтверждает его использование при разработке математических моделей оперативной деятельности пожарной охраны [1], обоснования численности пожарной охраны на объектах народного хозяйства [2], определении необходимого числа оперативных подразделений для защиты населенных пунктов от пожаров и численности противопожарной службы субъектов Российской Федерации определена в работах [3], имитационном моделировании деятельности пожарной охраны [4].

В решении коллегии МЧС России «Об основных направлениях развития гражданской обороны в современных социально-экономических условиях» [5] обращено внимание на поиск новых научных подходов к управлению подразделениями Федеральной противопожарной службы МЧС России. Это приобретает актуальность в связи с необходимостью в реализации федерального закона Российской Федерации «О стратегическом планировании» [6]. Для планирования необходимо выполнить прогноз оперативного реагирования подразделений ФПС МЧС России.

Ранее расчет прогнозных значений количества пожаров, прямого материального ущерба, числа погибших и травмированных проводился с использованием методов экспоненциального сглаживания с учетом тренда и сезонной составляющей, а также случайной компоненты [7-9].

Выполним прогноз для среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской местности Российской Федерации на 2018 год. Исходной базой прогноза будут данные статистических сборников [10-17] и данные по оперативному реагированию за 2017 год [18]. Для прогноза используем известный и апробированный метод экспоненциаль-

ного сглаживания. В данном подходе считается, что прогнозное значение на следующий период можно получить на основе имеющихся данных за два предшествующих периода [19]:

$$Y_{i+1} = \alpha X_i + (1 - \alpha) X_{i-1}, \quad (1)$$

где Y_{i+1} - прогнозное значение. X_i – ранее известные данные на i период, α – константа ($0 < \alpha < 1$). Для выполнения прогноза использована программа Microsoft Excel. С её помощью создали таблицу с исходными данными (табл. 1).

В качестве начального значения α выбрали значение 0,0001. Затем по формуле (1) выполнили расчет прогнозных значений.

Таблица 1. Исходные данные для городской местности

Год	Факт	Прогноз	Ошибка	Квадрат	Год	Факт	Прогноз	Ошибка	Квадрат
2001	8,17	8,17	0	0,00	2010	6,97	8,16	1,19	1,42
2002	8,41	8,41	0	0,00	2011	6,63	7,54	0,91	0,83
2003	8,44	8,17	-0,27	0,07	2012	6,50	6,97	0,47	0,22
2004	8,55	8,41	-0,14	0,02	2013	6,29	6,63	0,34	0,12
2005	8,56	8,44	-0,12	0,01	2014	6,24	6,50	0,26	0,07
2006	8,59	8,55	-0,04	0,00	2015	6,08	6,29	0,21	0,04
2007	8,38	8,56	0,18	0,03	2016	6,09	6,24	0,15	0,02
2008	8,16	8,59	0,43	0,18	2017	6,08	6,08	0,00	0,00
2009	7,54	8,38	0,84	0,71	2018		6,09		
					среднее	7,39		0,26	0,22

Отметим, что прогнозные значения для 2001 и 2002 годов приняты равным фактическим величинам. Таково требование метода экспоненциального сглаживания. Ошибку вычисляли как разность между прогнозным и фактическим значением. В качестве показателя качества прогноза использовали среднее значение квадрата ошибки. При $\alpha = 0,0001$ этот показатель равен 0,22.

Оптимальное решение найдено с помощью сервиса Поиск решения программы Microsoft Excel. В качестве критерия оптимальности использовали условие минимума среднего значения квадрата ошибки. Поиск решения проводился методом перебора при ограничениях $0,0001 \leq \alpha \leq 0,9999$.

В результате получено, что минимум среднего значения квадрата ошибки возникает при $\alpha = 0,9999$ (табл. 2). Этот результат удивителен тем, оптимальное решение задачи достигается при простом предположении, что «завтра будет как сегодня». При $\alpha = 0,9999$ прогнозное значение на следующий период (1) в основном зависит от сегодняшнего значения, зависимости от предшествующего значения практически нет. С учетом округления получается, что имеющиеся значения нужно просто перенести на будущий период.

Отметим, что средняя величина ошибка составила 0,06. Эта величина близка к нулю, что говорит о возможном случайном характере отклонений прогнозных значений от фактических. Расчет коэффициента корреляции между величиной ошибки и номерами годов дал значение 0,23. Это близко к нулю и говорит об отсутствии зависимости величины ошибки от номера года. В итоге выполненного прогноза на 2018 год можно ожидать, что среднее время прибытия на пожар первого пожарного подразделения в городской местности Российской Федерации составит 7,39 мин.

Таблица 2. Прогноз на 2018 год для городской местности

Год	Факт	Прогноз	Ошибка	Квадрат
2001	8,17	8,17	0	0,00
2002	8,41	8,41	0	0,00
2003	8,44	8,41	-0,03	0,00
2004	8,55	8,44	-0,11	0,01
2005	8,56	8,55	-0,01	0,00
2006	8,59	8,56	-0,03	0,00
2007	8,38	8,59	0,21	0,04
2008	8,16	8,38	0,22	0,05
2009	7,54	8,16	0,62	0,38

Год	Факт	Прогноз	Ошибка	Квадрат
2010	6,97	7,54	0,57	0,32
2011	6,63	6,97	0,34	0,12
2012	6,5	6,63	0,13	0,02
2013	6,29	6,50	0,21	0,04
2014	6,24	6,29	0,05	0,00
2015	6,08	6,24	0,16	0,03
2016	6,09	6,08	-0,01	0,00
2017	6,08	6,09	0,01	0,00
2018		6,08		
среднее	7,39		0,14	0,06

Прогноз для среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в сельской местности Российской Федерации на 2018 год выполнен по аналогичной процедуре.

Таблица 3. Исходные данные для сельской местности

Год	Факт	Прогноз	Ошибка	Квадрат
2001	18,57	18,57	0	0,00
2002	19,17	19,17	0	0,00
2003	19,37	18,57	-0,80	0,64
2004	19,64	19,17	-0,47	0,22
2005	19,70	19,37	-0,33	0,11
2006	20,02	19,64	-0,38	0,14
2007	19,24	19,70	0,46	0,21
2008	18,41	20,02	1,61	2,59
2009	16,57	19,24	2,67	7,13

Год	Факт	Прогноз	Ошибка	Квадрат
2010	14,28	18,41	4,13	17,06
2011	12,89	16,57	3,68	13,54
2012	12,18	14,28	2,10	4,41
2013	11,59	12,89	1,30	1,69
2014	11,40	12,18	0,78	0,61
2015	11,24	11,59	0,35	0,12
2016	10,99	11,40	0,41	0,17
2017	11,08	11,24	0,16	0,03
2018		10,99		
среднее	15,67		0,92	2,86

В качестве начального значения α выбрали значение 0,0001. Затем по формуле (1) выполнили расчет прогнозных значений (табл. 3). Оптимальное решение найдено с помощью сервиса Поиск решения программы Microsoft Excel. В результате получено, что минимум среднего значения квадрата ошибки возникает при $\alpha = 0,9999$ (табл. 4).

Таблица 4. Прогноз на 2018 год для сельской местности

Год	Факт	Прогноз	Ошибка	Квадрат
2001	18,57	18,57	0	0,00
2002	19,17	19,17	0	0,00
2003	19,37	19,17	-0,20	0,04
2004	19,64	19,37	-0,27	0,07
2005	19,70	19,64	-0,06	0,00
2006	20,02	19,70	-0,32	0,10
2007	19,24	20,02	0,78	0,61
2008	18,41	19,24	0,83	0,69
2009	16,57	18,41	1,84	3,39

Год	Факт	Прогноз	Ошибка	Квадрат
2010	14,28	16,57	2,29	5,24
2011	12,89	14,28	1,39	1,93
2012	12,18	12,89	0,71	0,50
2013	11,59	12,18	0,59	0,35
2014	11,40	11,59	0,19	0,04
2015	11,24	11,40	0,16	0,03
2016	10,99	11,24	0,25	0,06
2017	11,08	10,99	-0,09	0,01
2018		10,99		
среднее	15,67		0,48	0,77

Отметим, что средняя величина квадрата ошибки составила 0,77. Эта величина близка к нулю, что говорит о возможном случайном характере отклонений прогнозных значений от фактических. Расчет коэффициента корреляции между величиной ошибки и номерами годов дал значение 0,23. Это близко к нулю и говорит об отсутствии зависимости величины ошибки от номера года. В итоге выполненного прогноза на 2018 год можно ожидать, что среднее время прибытия на пожар первого пожарного подразделения в сельской местности Российской Федерации составит 10,99 мин.

Прогноз среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в городской и сельской местностях Российской Федерации позволяет разработать мероприятия по совершенствованию оперативного реагирования. Он может быть применен при поиске методов и механизмов оптимального управления деятельностью противопожарных службы [20], а также совершенствования методов обоснования потребности подразделений ГПС в ресурсах [21,22].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брушлинский Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы [Текст] / Н.Н. Брушлинский. – М.: Стройиздат, 1981. – 96 с.
2. Гаврилей В.М., Обоснование численности пожарной охраны на объектах народного хозяйства [Текст] / В.М. Гаврилей, В.Н. Тарасов, В.А. Колганов // Организационно-управленческие проблемы пожарной охраны: сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО, 1982. – с. 4-12.
3. Матюшин А.В., Методология обоснования необходимого числа оперативных подразделений пожарной охраны для защиты населенных пунктов от пожаров и численности противопожарной службы субъектов Российской Федерации [Текст] / А.В. Матюшин, А.А. Порошин, Е.В. Бобринцев, С.А. Олейник, Ю.А. Матюшин // Юбилейный сборник трудов ФГУ ВНИИПО МЧС России. Под ред. Н.П. Копылова: – М.: ВНИИПО, 2007. – с. 373-396.
4. Брушлинский Н.Н., Безопасность городов: имитационное моделирование городских процессов и систем [Текст] / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, П. Вагнер и др. – М.: изд. «ФАЗИС», 2004. – 172 с.
5. Об основных направлениях развития гражданской обороны в современных социально-экономических условиях [Текст]: решение коллегии МЧС России от 25 марта 2015 г. № 6/П.
6. О стратегическом планировании в Российской Федерации: федеральный закон от 28 июля 2014 г. № 172-ФЗ (в ред. от 3 июля 2016 г.).
7. Прогноз обстановки с пожарами в Российской Федерации на 2015 год [Текст]: информационно-аналитический материал / А.Г. Фирсов, Е.А. Петрова, В.И. Сибирко. – Балашиха: ВНИИПО МЧС России, 2015. – 22 с.
8. Прогноз обстановки с пожарами в Российской Федерации на 2016 год [Текст]: информационно-аналитический материал / А.Г. Фирсов, Е.А. Петрова, В.И. Сибирко, М.В. Загуменнова. – Балашиха: ВНИИПО МЧС России, 2016. – 45 с.
9. Прогноз обстановки с пожарами в Российской Федерации на 2017 год, предложения по снижению числа пожаров в Российской Федерации [Текст]: информационно-аналитический материал / А.Г. Фирсов, В.И. Сибирко, Е.С. Преображенская. – Балашиха: ВНИИПО МЧС России, 2017. – 49 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2005 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2006. – 139 с.

11. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2011. – 140 с.
12. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2012. – 137 с.
13. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2013. – 137 с.
14. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2014. – 137 с.
15. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2015. – 124 с.
16. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2016. – 124 с.
17. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2017. – 124 с.
18. Данные по пожарам в субъектах Российской Федерации за 12 мес. 2017 г. [Электронный ресурс] / Статистика пожаров РФ 2017. Электронная энциклопедия пожарной безопасности. – Режим доступа: wiki-fire.org.
19. Грешилов А.А., Математические методы построения прогнозов [Текст] / А.А. Грешилов, В.А. Стакун, А.А. Стакун. – М.: Радио и связь, 1997. – 112 с.
20. Половинкина А.И. Модели и механизмы оптимального управления пожарной безопасностью региона [Текст]: дис. ... канд. техн. наук. / А.И. Половинкина. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2003. – 189 с.
21. Путин В.С. Совершенствование методов обоснования ресурсной потребности территориальных подразделений государственной противопожарной службы [Текст]: дис. ... канд. техн. наук. / В.С. Путин. – М.: ВНИИПО МЧС России, 2004. – 213 с.
22. Шаравов М.В. Совершенствование управления финансами Государственной противопожарной службы [Текст]: дис. ... канд. эконом. наук / М.В. Шаравов М.В. – М.: Академия управления МВД России, 2002. – 179 с.

УДК 004.65: 614.841

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗ ДАННЫХ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Т. И. Илларионова, В. В. Карпычева, Н. Е. Егорова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Базы данных позволяют управлять информацией и систематизировать ее и используются во многих сферах деятельности. В данной статье рассмотрены основные базы данных и их применение в пожарной безопасности.

Ключевые слова: базы данных, использование баз данных, пожарная безопасность

DEVELOPMENT AND USE OF DATABASES IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

T. I. Illarionova, V. V. Karpycheva, N. E. Egorova

Databases allow to manage information and its systematization and are used in many fields of activity. In this article the main databases and their application in fire safety are considered.

Keywords: databases, database usage, fire safety

Внедрение компьютерной техники во все отрасли экономики приводит к постоянному развитию и разработке программного обеспечения для различных процессов. Для успешного функционирования и решения задач обработки данных существует специальный программно-аппаратный комплекс – информационная система. Информационная система – это система, реализующая сбор, обработку, манипулирование данными, включает различные средства обработки данных, обслуживающий персонал и программное обеспечение [1]. Основа информационных систем - базы данных. Под базами данных обычно понимаются информационные модели, дающие возможность упорядоченно хранить данные о группе объектов, обладающих одинаковым набором свойств.

База данных применяются также и в сфере пожарной безопасности. Современная анализ и разработка баз данных в области пожарной безопасности проводится с помощью технологии оперативной аналитической обработки данных OLAP (On-Line Analytical Processing). Эта технология создает наглядное представление многомерных данных, позволяет выполнить аналитические операции над ними, обеспечивает высокое быстродействие и построение аналитических отчетов. Это позволяет обнаружить тренды и закономерности в развитии ЧС, не фиксируемые другими методами обработки [2].

Основными программными средствами, содержащие в себе базы данных и применяемых в области пожарной безопасности, являются: автоматизированная информационная справочная система «Право», банк данных по показателям пожаровзрывоопасности веществ и материалов и средствам их тушения «НIFEX Bank» программное средство «ИМИТ», программное средство «Расчетные методы», автоматизированная информационно-графическая система ГраФиС и другие.

На примере нескольких программных средств разберем, как используются базы данных в области пожарной безопасности.

Для редактирования тактико-технических схем разработана автоматизированная информационно-графическая система ГраФиС [3]. Возможности рассматриваемой системы представлены на рис. 1. При использовании наборов трафаретов и фигур MS Visio с помощью данной системы создаются тактико-технические схемы, тем самым реализуется графическая информация о месте пожара. Информация основывается на стандартных обозначениях пожарной охраны РФ. Интегрированная база данных позволяет редактировать и просматривать тактико-технические характеристики снаряжения и оборудования, используемых в работе. Эти данные применяются для дальнейших пожарно - технических расчетов, анализа данных и вывода результатов. Данная система используется теми сотрудниками МЧС России, в чьей компетенции работа с графической пожарно-тактической информацией.



Рис. 1. Возможности АИГС ГраФиС.

Автоматизированная информационно-измерительная система «Экспертиза» необходима для проверки проектов зданий и сооружений противопожарной безопасности, проведение расчетов пожарной безопасности. Система содержит в себе три модуля. Первый из этих модулей служит для выполнения задач, представленных на рис. 2, и использует программу «Эксперт».



Рис. 2. Возможности первого модуля АИИС «Экспертиза»

Для эффективной работы первого модуля используется информация о характеристиках горючей нагрузки в зданиях, значениях вероятности возникновения пожара, значениях надежности систем противопожарной защиты.



Рис. 3. Возможности второго модуля АИИС «Экспертиза»

Второй модуль автоматизированной системы «Экспертиза» использует программу «Petrol» и позволяет выполнить действия, представленные на рис. 3.

В третьем модуле используется программа «Ventil». Модуль предназначен для расчета параметров вентиляторов для систем дымоудаления и подпора воздуха в жилых сооружениях (см. рис. 4).

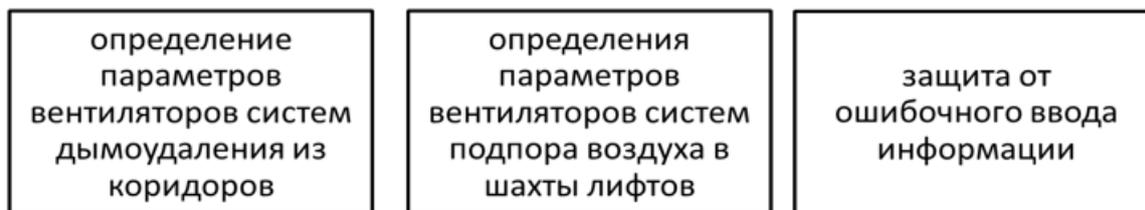


Рис. 4. Возможности третьего модуля АИИС «Экспертиза»

На данный момент автоматизированная информационно-измерительная система «Экспертиза» содержит в своей базе данных 346 документов [4]. Из них СНиП (строительные нормы и правила), ВСН (ведомственные строительные нормы), СН (строительные нормы) – 88; ГОСТ - 62; НПБ (нормы пожарной безопасности) – 112; ППБ (правила пожарной безопасности) - 13; Правовые документы - 8; Инструкции - 18; Руководящие документы - 10; Правила - 9; Реестры - 4.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что использование баз данных и различных программных средств позволяет сделать оптимальной работу в области пожарной безопасности [5]. С их помощью производятся наиболее точные расчеты, строятся наглядные схемы и графики. Также осуществляется различная экспертиза оборудования, разработка технических мероприятий, прогнозирование чрезвычайных ситуаций. На наглядных примерах был совершен анализ программных средств, их применение и возможности в пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров В.Н. Информационные системы. Учебник для ВУЗов [Текст] / В.Н.Петров — СПб.: Питер, 2003. —15 с.
2. Шокин, Ю.И. Кризисные базы данных для управления территориальными рисками [Текст] / Ю.И. Шокин, В.В. Москвичев, Л.Ф. Ноженкова, В.В. Ничепорчук // Научный журнал Института вычислительных технологий СО РАН. – 2011. – № 6. – С. 121.
3. Автоматизированная информационно-графическая система ГраФиС: [Электронный ресурс] // Электронная энциклопедия пожарного дела 2003-2017 URL: <http://wiki-fire.org/Гра-ФиС.ashx> (Дата обращения: 11.02.2018).
4. АИСС «Экспертиза» [Электронный ресурс] // «Библиотека пожарной безопасности» и «Экспертиза» URL: <http://www.fireman.ru/bd/spisoc/soft/vnipo/Html/Demo.htm> (Дата обращения: 16.02.2018).
5. Кинжигалиев Б.М., Егорова Н.Е. Методика вычисления остатков товара при разработке учебной базы данных в СУБД Microsoft Access // Актуальные вопросы естествознания: сб. материалов II Межвузовской научно-практической конференции (12 апреля 2017) / «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – Иваново, 2017 г. С. 170 – 172.

УДК 620.93:004

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПО РАСЧЕТУ НОРМАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Е. С. Шувье¹, Н. Е. Егорова²

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. Ленина

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Создана модель расчёта нормативных тепловых потерь с тепловой сети, позволяющая в короткий срок получать данные о нормативных годовых потерях системы теплоснабжения, а также помесечное распределение этих потерь. Эта задача является актуальной, так как для установления необходимой годовой мощности котельной необходимо спрогнозировать не только нагрузки для потребителей, нужды самой котельной, но также учесть и теплопотери при транспортировке тепловой энергии.

Ключевые слова: нормативные тепловые потери, тепловые сети, технологические потери, выработка тепловой энергии

DEVELOPMENT OF THE PROGRAM FOR THE CALCULATION OF REGULATORY TECHNOLOGICAL LOSSES AT THE TRANSFER OF THERMAL ENERGY

E. S. Shuve, N. E. Egorova

A model for calculating the standard heat losses from a heat network has been developed, which makes it possible to obtain data on the standard annual losses of the heat supply system, as well as the monthly distribution of these losses possible, in a short time. This task is highly important, since to determine the required annual capacity of the boiler house, it is necessary to forecast not only consumed loads by consumers and the needs of the boiler house itself, but also to take into account the heat loss during heat energy transportation.

Keywords: standard heat losses, heat networks, technological losses, generation of thermal energy

С целью оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов необходимо проводить расчет-обоснование нормативов технологических потерь тепловой энергии при её передаче по тепловым сетям системы теплоснабжения.

Порядок определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя утвержден в приказе Минэнерго России № 325 от 30.12.2008. В данном приказе изложена методика определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии с водой, паром и конденсатом. А также приведены нормативные потери с трубопровода в зависимости от его диаметра, типа и года прокладки и температуры передаваемого теплоносителя. Наиболее востребованным для расчёта является случай, когда теплоносителем является вода.

К потерям теплосети относятся потери самого теплоносителя – воды (см. рис. 1) и потери тепловой энергии (см. рис. 2), как через изоляцию, так и с теплоносителем. Таким образом, расчёт состоит из двух основных разделов.

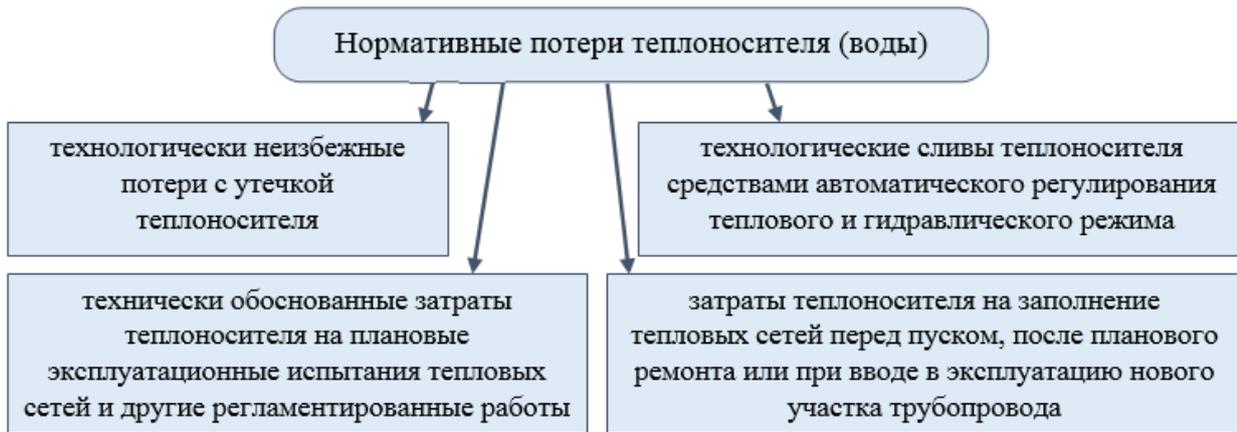


Рис. 1. Подвиды нормативных потерь воды

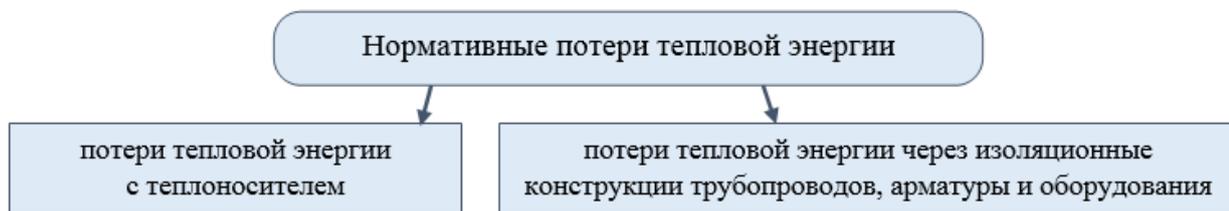


Рис. 2. Подвиды нормативных потерь тепловой энергии

Основной сложностью расчёта является вычисление всех нормативных потерь для каждого участка теплосети, что является очень трудоёмким. В расчёте участвуют средневзвешенные годовые температуры, которые зависят от утверждённого температурного графика, средней месячной температуры наружного воздуха, числа часов работы в месяц [2]. Изменения в этих исходных данных влекут за собой пересчёт нормативных тепловых потерь, которые определяются путём интерполяции по соответствующим таблицам в зависимости от диаметра типа и года прокладки [3]. По этой причине возникает необходимость оптимизации и автоматизации данного процесса.

Разработанная модель позволяет производить расчёты с различными температурными графиками (можно выбрать один из предложенных, либо создать свой), варьировать числом часов работы в месяц, а также быстро менять климатические условия для рассчитываемого региона (рис. 3).

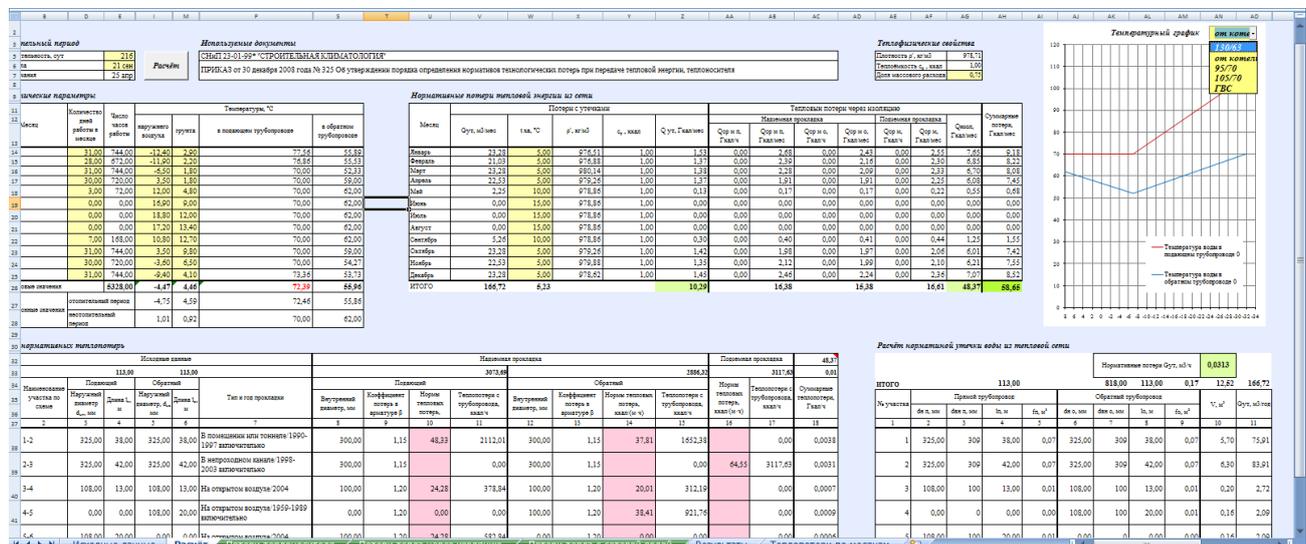


Рис. 3. Лист исходных данных и промежуточных расчётов

Для расчёта вводятся данные по трубопроводам: диаметр, толщина стенки, длина, для каждого участка следует обязательно указать один из 16 способов прокладки (рис. 4).

Ввод исходных данных								Добавить участок	
ИТОГО		113,00			113,00				Тип и год прокладки
№ участка	Наименование участка по схеме	Подающий		Длина $l_{\text{пр}}$, м	Обратный				
0	1	Наружный диаметр $d_{\text{вн}}$	Толщина стенки, мм		Наружный диаметр $d_{\text{вн}}$	Толщина стенки, мм	Длина $l_{\text{пр}}$, м	8	
1	1-2	325,00	8,00	38,00	325,00	8,00	38,00	В помещении или тоннеле/1990-1997 включительно	
2	2-3	325,00	8,00	42,00	325,00	8,00	42,00	В непроходном канале/1998-2003 включительно	
3	3-4	108,00	4,00	13,00	108,00	4,00	13,00	На открытом воздухе/2004	
4	4-5	0,00	0,00	0,00	108,00	4,00	20,00	На открытом воздухе/1959-1989 включительно	
5	5-6	108,00	4,00	20,00	0,00	0,00	0,00	На открытом воздухе/2004	
6								Введите тип прокладки!	

Рис. 4. Лист ввода исходных данных

По введенным значениям типа и года прокладки, а также по числу часов эксплуатации в год программа автоматически определяет для каждого обчисливаемого участка одну из 25 справочных таблиц с нормативными значениями теплопотерь [4].

Параллельно производится расчет потерь теплоносителя (рис. 5), потерь тепла через изоляцию (рис. 6), потерь тепла с сетевой водой (рис. 7) для каждого участка и определяется суммарная величина для всей тепловой сети.

Нормативные потери теплоносителя при передаче											
№	Наименование участка сети	Нормативная утечка, м³/год	Теплологические, м³/год								Итого
			Пусковое заполнение		Регламентные испытания		Снизы на САР		другие		
Итого		166,72	9,39	9,39	4,51	4,88	0,50	0,00	0,00	195,39	
1	1-2	75,911	4,27	4,27	4,27	0,00	0,00	0,00	0,00	88,74	
2	2-3	83,91	4,72	4,72	0,00	4,72	0,00	0,00	0,00	98,08	
3	3-4	2,72	0,15	0,15	0,00	0,15	0,50	0,00	0,00	3,68	
4	4-5	2,09	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33	
5	5-6	2,09	0,24	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	2,56	
6		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Рис. 5. Таблицы расчёта нормативных потерь теплоносителя

Тепловые потери через изоляцию по видам прокладки					
№	Наименование участка сети	Подземная, Гкал	Надземная, Гкал		Итого
			подающий трубопрово	обратный трубопрово	
Итого		16,61	16,38	15,38	48,37
1	1-2	0,00	11,25	8,80	20,06
2	2-3	16,61	0,00	0,00	16,61
3	3-4	0,00	2,02	1,66	3,68
4	4-5	0,00	0,00	4,91	4,91
5	5-6	0,00	3,11	0,00	3,11
6		0,00	0,00	0,00	0,00

Рис. 6. Таблица расчёта нормативных потерь через изоляцию

Тепловые потери с потерями сетевой воды										
№	Наименование участка сети	Суточной, Гкал	Технологические, Гкал				Итого			
			пусковое заполнение	регулятивные испытания	спливы из САР	другие	Половой	Обратный	Половой	Обратный
6	ИТОГО	10,29	0,62	0,47	0,30	0,24	0,03	0,00	0,00	11,94
8	11-2	4,68	0,28	0,21	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	5,46
9	21-3	3,18	0,31	0,24	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	3,96
10	31-4	0,17	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,23
11	41-5	0,13	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
12	51-6	0,13	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16
13	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Средние теплофизические свойства		Средние температуры воды	
Средняя плотность ρ , кг/м ³	978,71	Температура, °С	Плотность ρ , кг/м ³
Средняя теплоёмкость c , ккал	1,00	Половой	72,39
Доля массового расхода	0,75	Обратный	976,37
		Половой	55,96
		Обратный	985,12
		Холодная вода	5,23
			999,57
			1,002

Рис. 7. Таблицы расчёта нормативных потерь с сетевой водой

Для корректировок необходимых нагрузок на котельных требуется ежемесячное распределение тепловых потерь, расчёт которого также производится автоматически и приводится в таблице (рис. 6).

Нормативные тепловые потери тепловой энергии из сети																														
Месц.	Число часов работы	Среднемесячная температура, °С				Потери с учетом										Тепловые потери через изоляцию								Суммарные потери, Гкал/мес						
		Наружного воздуха	Грунта	Холодной воды	Вода в подпиточных трубопроводах	Нормативные		Пусковое заполнение		Регулятивные испытания		Сливы из САР		Другие		Надземная прокладка		Подземная прокладка		Средн. м. л. Гкал/мес										
7	Январь	744,00	-12,40	2,90	5,00	77,56	55,88	23,28	1,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,04	0,00	0,00	0,00					0,00	1,59	0,00	2,68	0,00	2,43	0,00
8	Февраль	872,00	-11,60	2,20	5,00	76,89	55,52	21,69	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,72	0,00	2,39	0,00	2,18	0,00	2,30	0,00	6,82	8,57	
9	Март	744,00	-6,50	1,80	5,00	70,00	52,23	23,28	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41	0,00	2,28	0,00	2,69	0,00	2,32	0,00	6,11	8,11	
10	Апрель	720,00	-3,50	1,80	5,00	70,00	50,20	22,52	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66	0,00	1,91	0,00	1,91	0,00	2,25	6,08	7,24	
11	Май	720,00	-2,00	4,80	10,00	70,00	42,00	2,25	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,03	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,22	0,55	0,71	
12	Июнь	0,00	16,00	6,00	15,00	70,00	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	
13	Июль	0,00	18,80	12,00	15,00	70,00	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	Август	0,00	17,20	13,40	15,00	70,00	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
15	Сентябрь	168,00	10,80	12,70	10,00	70,00	42,00	2,56	0,20	0,20	0,51	0,29	0,49	4,51	0,24	4,83	0,29	0,03	0,00	0,00	0,00	1,87	0,00	0,40	0,00	0,41	0,00	0,44	1,25	3,12
16	Октябрь	744,00	-3,50	9,80	5,00	70,00	50,20	23,28	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,03	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	1,98	0,00	1,97	0,00	2,04	6,01	7,46	
17	Ноябрь	720,00	-3,40	6,50	3,00	70,00	54,7	22,52	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,03	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,21	0,00	1,99	0,00	2,10	6,21	7,39	
18	Декабрь	744,00	-9,40	4,10	3,00	73,56	53,72	23,28	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,03	0,00	0,00	0,00	1,49	0,00	2,46	0,00	2,24	0,00	2,36	7,07	8,53	
19	Среднемесячное значение		-4,47	4,46	5,23	72,39	55,96	166,72	10,29	9,39	0,55	9,39	0,49	9,02	0,58	9,76	0,91	6,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	12,77	16,38	15,38	16,61	48,37	61,14	

Рис. 6. Нормативные тепловые потери из теплосети распределённые по месяцам

Созданная модель позволяет быстро получать неизвестные нормативные потери для любой существующей тепловой сети, задавать различные режимы работы источника теплоснабжения, учитывать влияние климатические условия конкретных городов и использовать при этом различные температурные графики. Расчёт производится полностью в соответствии с приказом Минэнерго России № 325 от 30.12.2008 и может быть использован в практических целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ № 325 Министерства энергетики Российской Федерации от 30 декабря 2008 года «Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя».
2. Шувье, Е.С. Оптимизация расчёта температурного поля тела простейшей формы методом конечных разностей [Текст] / Е.С. Шувье, Н.Е. Егорова // Сб. материалов II Межвузовской научно-практической конференции «Актуальные вопросы естествознания» / «ИПСА ГПС МЧС России. – 2017 г.- С.196-199.
3. Козлова, М.А. История изобретения и развития электрического освещения [Текст] / М.А. Козлова, К.В. Семенова // Сб. материалов II Межвузовской научно-практической конференции «Актуальные вопросы естествознания» / «ИПСА ГПС МЧС России. – 2017 г. – С. 36-38.
4. Мухин А.А., Егоров С.А. Моделирование теплопереноса материалов и покрытий // Молодые ученые - развитие текстильно-промышленного кластера (ПОЙСК). 2017. № 2. С. 389-390.

УДК 669.1

ЯЧЕЕЧНАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОВЛАГОПЕРЕНОСА В ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ С ВНУТРЕННИМ ИСТОЧНИКОМ ВЛАГИ

Н. Н. Елин, В. Б. Бубнов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Предложена нелинейная ячеечная математическая модель процесса взаимосвязанного тепло- и влагопереноса в плоской стенке с внутренним источником влаги, учитывающая зависимость локальных коэффициентов переноса от локальной температуры и влагосодержания, а также внутренний источник влаги.

Ключевые слова: ячеечная модель, тепло- и влагоперенос, вектор температур, переходная матрица

CELLULAR MODEL OF THERMAL TRANSFER IN FOCUSING CONSTRUCTION WITH THE INTERNAL SOURCE OF MOISTURE

N. N. Yelin, V. B. Bubnov

A nonlinear cell mathematical model of the process of interconnected heat and moisture transport in a flat wall with an internal source of moisture is proposed, which takes into account the dependence of local transport coefficients on local temperature and moisture content, as well as the internal source of moisture.

Keywords: cell model, heat and moisture transfer, temperature vector, transition

Тепло- и влажностный режим ограждающих конструкций зданий и сооружений является одним из ключевых факторов, определяющих их теплозащитные свойства, коррозию металлических деталей, прочностные свойства, напряженно-деформированное состояние, долговечность и эстетику конструкций. Протекающие в них процессы тепло- и влагопереноса достаточно сложны как для теоретического, так и для экспериментального исследования, главным образом, из-за их взаимного влияния друг на друга. Нормативные методы расчета тепло- и влагопередачи через стенки ограждающих конструкций используют значительный накопленный экспериментальный материал, однако оперируют средними по стенке значениями теплофизических свойств и коэффициентов переноса теплоты и влаги [1], что, во-первых, далеко не всегда соответствует действительности, а, во-вторых, не позволяет рассчитывать переходные процессы, продолжительность которых может занимать значительную временную долю эксплуатации здания. Учет взаимного влияния тепло- и влагопереноса и зависимости теплофизических свойств и коэффициентов переноса возможен в дифференциальных уравнениях А.В. Лыкова [2], однако получить их аналитическое решение в этом случае невозможно, а сеточные численные методы их решения не всегда приемлемы для инженерных расчетов.

Ниже предлагается ячеечная модель сопряженного нелинейного тепло- и влагопереноса в стенке, которая, на наш взгляд, наиболее приемлема для детальных инженерных расчетов этого процесса по локальным параметрам состояния и при наличии внутренних источников теплоты и влаги, вызванных, например, конденсацией или испарением фильтрующегося сквозь стенку пара.

Построение линейных ячеечных моделей процессов переноса подробно описано в работах [3-5]. Расчетная схема ячеечной модели процесса показана на рис. 1а.

Разобьем всю толщину L стенки с единичной поверхностью на m ячеек длиной $\Delta x=L/m$. Все теплофизические свойства и параметры процесса считаются равномерно распределенными по каждой ячейке. Объектом моделирования является распределение по ячейкам пара-

метров, характеризующих тепловлажное состояние стенки, то есть распределение теплоты Q , массы капельной влаги M , температуры t и влагосодержания w .

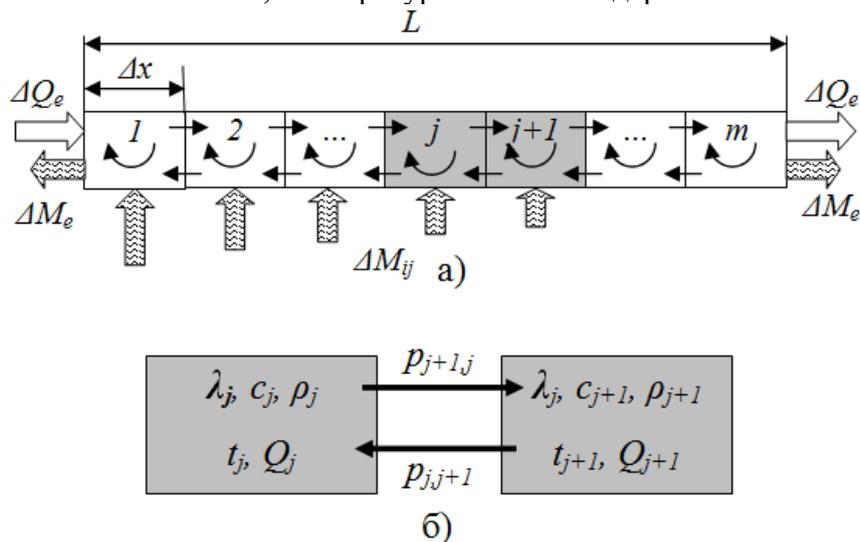


Рис. 1. Расчетная схема ячеечной модели процесса (а) и иллюстрация к построению нелинейной переходной матрицы (б)

Каждое из этих распределений представим вектором-столбцом. Например, вектор распределения теплоты по ячейкам в некоторый момент времени имеет вид

$$\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_m \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Будем рассматривать состояние процесса через малые промежутки времени Δt и фиксировать его в дискретные моменты времени $\tau_k = (k-1)\Delta t$, где k – номер временного перехода.

Эволюция вектора массы капельной влаги M описывается рекуррентным матричным равенством

$$\mathbf{M}^{k+1} = \mathbf{P}_M^k (\mathbf{M}^k + \Delta \mathbf{M}_e^k + \Delta \mathbf{M}_i^k), \quad (2)$$

где $\Delta \mathbf{M}_i^k$ – вектор поступления в ячейки (или удаления из них) влаги от внутреннего источника, например, вследствие конденсации фильтрующегося через стенку водяного пара, или испарения влаги в ячейках, $\Delta \mathbf{M}_e^k$ – поступление или удаление влаги внешними для стенки источниками – окружающей средой, \mathbf{P}_M^k – матрица влагопроводности, описывающая перемещение влаги между ячейками путем влагопроводности.

Вектор внешних источников имеет ненулевые элементы только для ячеек, примыкающих к поверхностям стенки, и описывает массоотдачу с этих поверхностей

$$\Delta \mathbf{M}_e^k = \begin{bmatrix} \beta_1 (p_{s1}(t_1^k) - p_{out1}) \Delta \tau \\ 0 \\ \dots \\ 0 \\ \beta_2 (p_{sm}(t_m^k) - p_{out2}) \Delta \tau \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где β – коэффициент массоотдачи с поверхности стенки, p_s – давление насыщения водяного пара при температуре поверхности, p_{out} – парциальное давление пара в окружающей среде.

Чтобы не загромождать описание модели, будем считать внутренние источники массы влаги ΔM_i^k заданным вектором, хотя в принципе он может быть легко рассчитан, если модель дополнить соотношениями для кинетики конденсации влаги из фильтрующегося пара.

Тепловой баланс описывается рекуррентным матричным равенством, аналогичным равенству (2)

$$\mathbf{Q}^{k+1} = \mathbf{P}_Q (\mathbf{Q}^k + \Delta \mathbf{Q}_e^k + (\mathbf{M}^{k+1} - \mathbf{M}^k) \cdot \mathbf{t} \cdot \mathbf{c}_w), \quad (4)$$

где оператор \cdot означает поэлементное умножение векторов, переходная матрица \mathbf{P}_Q описывает перенос теплоты только путем теплопроводности, слагаемое $(\mathbf{M}^{k+1} - \mathbf{M}^k) \cdot \mathbf{t} \cdot \mathbf{c}_w$ – перенос теплоты вместе с массой переносимой влаги, а вектор теплоты от внешних источников $\Delta \mathbf{Q}_e^k$ имеет вид

$$\Delta \mathbf{Q}_e^k = \begin{bmatrix} \alpha_1 (t_{out1} - t_1^k) \Delta \tau \\ 0 \\ \dots \\ 0 \\ \alpha_2 (t_{out2} - t_m^k) \Delta \tau \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где α – коэффициент теплоотдачи с поверхности стенки, t_{out} – температура окружающей среды.

В линейной модели переходные матрицы \mathbf{P}_M и \mathbf{P}_Q остаются постоянными. Правила их построения подробно описаны в работах [3-5]. При нелинейном сопряженном тепловлагоденосе теплофизические свойства материала и коэффициенты переноса меняются по длине стенки и во времени. Меняющиеся от ячейки к ячейке и от перехода к переходу теплоемкость и плотность влажного материала могут быть рассчитаны по формулам

$$c_j^k = \frac{c_s + w_j^k c_w}{1 + w_j^k}, \quad (6)$$

$$\rho_j^k = \rho_s (1 + w_j^k), \quad (7)$$

где индекс s относится к твердому материалу, а w – к влаге. Они также могут быть организованы в векторы-столбцы \mathbf{c}^k и ρ^k .

Переход от распределения теплоты по ячейкам к распределению температуры осуществляется по соотношению

$$\mathbf{t}^k = \mathbf{Q}^k / \mathbf{c} / \rho, \quad (8)$$

где оператор $/$ означает поэлементное деление векторов.

Считается, что зависимость коэффициента теплопроводности влажного материала от его влажности может быть описана формулой [1]

$$\lambda_j^k = \lambda_s (1 + B w_j^k), \quad (9)$$

где коэффициент B зависит от свойств конкретного материала.

Более сложный характер носит зависимость коэффициента влагопроводности D_w от параметров состояния материала. В работе [2] она рекомендована в виде

$$D_w = \frac{0,323 * 10^5 \left(\frac{t + 273}{1000} \right)^{20}}{1 - 0,0032 \rho_0 w}, \quad (10)$$

где ρ_0 – плотность твердого материала.

Покажем особенности построения переходной матрицы для нелинейной модели на примере матрицы \mathbf{P}_Q , для чего рассмотрим перенос теплоты между двумя выделенными на рис. 1б ячейками. Переходная матрица является трехдиагональной матрицей, каждый столбец которой относится к соответствующей ячейке. На главной диагонали матрицы размещены доли теплоты p_{jj} , остающейся в течение перехода в ячейке, под ней – доли теплоты $p_{j+1,j}$, переходящей в следующую по ходу ячейку, над ней $p_{j-1,j}$ – в предыдущую. При переходе от ячейки j к ячейке $j+1$ происходит скачкообразное изменение всех теплофизических свойств материала, являющихся атрибутами ячеек. Однако коэффициенты переноса являются атрибутами не одной ячейки, а их пары, и должны быть приписаны к одной ячейке из этой пары, например, к j -ой ячейке. В соответствии с законом Фурье полное количество теплоты, переданное путем теплопроводности от ячейки j к ячейке $j+1$ за время $\Delta\tau$, равно

$$\Delta Q = -\lambda_j S \frac{t_{j+1} - t_j}{\Delta x} \Delta\tau = -\lambda_j S \frac{t_j}{\Delta x} \Delta\tau + \lambda_j S \frac{t_j}{\Delta x} \Delta\tau. \quad (11)$$

Выражая температуры через теплоту в ячейках, получим

$$\Delta Q = -\lambda \frac{Q_{j+1}}{c_{j+1} \rho_j} \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} + \lambda_j \frac{Q_j}{c_j \rho_j} \frac{\tau}{\Delta x}. \quad (12)$$

Это позволяет рассчитать изменение теплоты в ячейке j на k -м временном переходе, вызванное переносом теплоты в ячейку $j+1$,

$$Q_j^{k+1} = Q_j^k - \Delta Q = \left(1 - \frac{\lambda_j}{c_j \rho_j} \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} \right) Q_j^k + \frac{\lambda_j}{c_{j+1} \rho_{j+1}} \frac{\Delta\tau}{\Delta x} Q_{j+1}^k \quad (13)$$

и записать соответствующие элементы в переходной матрице для теплоты

$$\mathbf{P}_Q^k = \begin{pmatrix} \dots & \dots & 0 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \frac{\lambda_j^k}{c_{j+1}^k \rho_{j+1}^k} \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} & \dots & \dots \\ \dots & \frac{\lambda_j^k}{c_j^k \rho_j^k} \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} & 1 - \left(\frac{\lambda_{j+1}^k}{c_{j+1}^k \rho_{j+1}^k} + \frac{\lambda_j^k}{c_{j+1}^k \rho_{j+1}^k} \right) \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \frac{\lambda_{j+1}^k}{c_{j+1}^k \rho_{j+1}^k} \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 0 & \dots & \dots \end{pmatrix}, \quad (14)$$

из чего с достаточной очевидностью следует правило построения всех ее элементов.

Если считать, что влагоперенос идет в соответствии с законом Фика, то переходная матрица для влаги строится аналогичным образом

$$\mathbf{P}_M^k = \begin{pmatrix} \dots & \dots & 0 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & D_j^k \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} & \dots & \dots \\ \dots & D_j^k \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} & 1 - (D_j^k + D_{j+1}^k) \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & D_{j+1}^k \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 0 & \dots & \dots \end{pmatrix}. \quad (15)$$

Система соотношений (1)-(15) полностью описывает нелинейный сопряженный тепло-влажноперенос в ограждающей конструкции с внутренним источником влаги. Поскольку эти соотношения получены из очевидных балансовых соотношений для массы влаги и теплоты, то достоверность модели определяется только достоверностью вводимых в нее зависимостей для расчета коэффициентов переноса.

На рис.2-4 показаны результаты численных экспериментов, демонстрирующие работоспособность модели и позволяющие сделать некоторые выводы. На рис.2 показано установившееся распределение температуры внутри стенки при $t_{out1}=18^\circ\text{C}$ и $t_{out2}=-10^\circ\text{C}$ (процесс заморозания влаги не рассматривался). Штриховая линия соответствует распределению температуры в сухой стенке, а сплошная линия – при наличии непрерывного источника влаги, распределение которого по ячейкам показано в поле графика. Несмотря на определенное различие в распределениях, его вряд ли можно считать существенным, хотя очевидно, что тепловое сопротивление влажной стенки ниже.

Рис. 3 иллюстрирует, как меняются по длине стенки коэффициенты переноса теплоты (коэффициент температуропроводности $a=\lambda/(c\rho)$) и коэффициент влагопроводности (D_w). Коэффициент температуропроводности практически не меняется по длине стенки и мало отличается от такового для сухой стенки, хотя коэффициент теплопроводности увеличивается на 15%. Это свидетельствует о том, что для расчета тепловых полей допустимо в первом приближении использовать его среднее значение. Иначе обстоит дело с коэффициентом влагопроводности, который меняется по длине примерно в шесть раз. Здесь расчет влагопереноса по его среднему значению может привести к заметной ошибке.

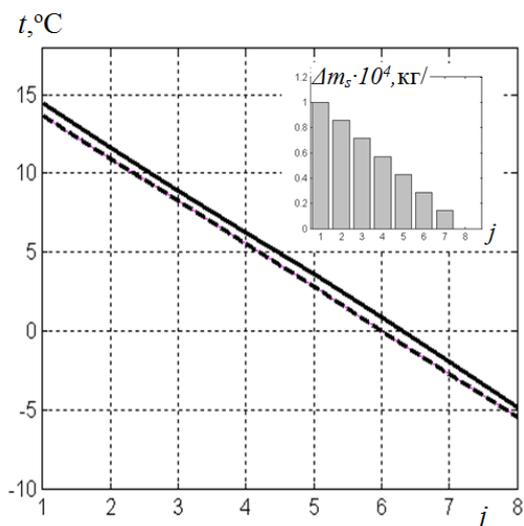


Рис. 2. Установившееся распределение температуры с учетом (сплошная линия) и без учета (штриховая линия) источника влаги

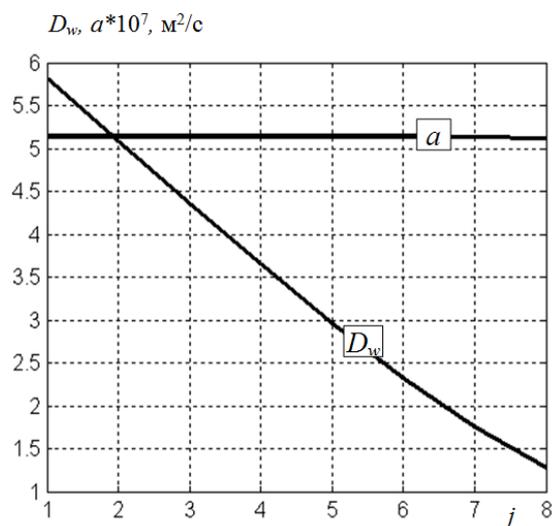


Рис. 3. Распределение по ячейкам коэффициентов влагопроводности и температуропроводности в установившемся режиме

На рис.4 показана кинетика формирования распределения содержания влаги по стенке от действия внутреннего источника, начиная с сухого состояния стенки. Заметим, что при показанном на рис.3 изменении коэффициента влагопереноса по длине стенки расчет распределения установившегося влагосодержания по среднему значению коэффициента приводит к заметной разнице в результатах расчета.

Описанная выше модель позволяет легко перейти к описанию процессов в многослойной стенке, так как скачки в изменении параметров по ячейкам заранее предусмотрены нелинейной моделью. Однако анализ такого процесса выходит за рамки настоящей статьи.

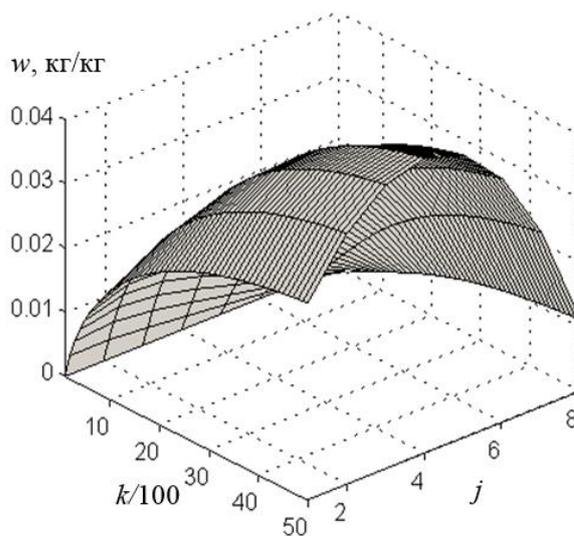


Рис. 4. Эволюция влагосодержания в ячейках при действии источника влаги, показанного на рис. 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
2. Лыков А.В. Теплообмен: (Справочник), 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1978. – 480с.
3. Berthiaux H., Mizonov V., Zhukov V. Application of the theory of Markov chains to model different processes in particle technology. Powder Technology 157 (2005) 128-137.
4. Федосов С.В., Мизонов В.Е., Баранцева Е.А., и др. Моделирование прогрева стеновых панелей при их термической обработке. Строительные материалы. №2, 2007, с.86-87.
5. Алоян Р.М., Федосов С.В., Мизонов В.Е. Теоретические основы математического моделирования механических и тепловых процессов в производстве строительных материалов. – Иваново: «ПресСто», 2011, – 256с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Азизов Ильнур Ильгизович – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Александров Анатолий Иванович – заведующий кафедрой экспериментальной и технической физики ФГБОУ ВО Ивановский государственный университет, доктор физ.-мат. наук, профессор.

Александрова Наталья Геннадьевна – заместитель начальника кафедры кадрового, правового и психологического обеспечения ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России, канд. юрид. наук.

Арбузова Анна Андреевна – доцент кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. техн. наук.

Асанов Тимур Равильевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Баканов Максим Олегович – начальник кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ (в составе УНК «Пожаротушение») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. техн. наук.

Баранец Александр Александрович – старший преподаватель кафедры химии ФГКВУ ВПО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (г. Кострома), канд. мед. наук.

Бардачев Максим Дмитриевич – студент ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Беда Наталия Валентиновна – преподаватель кафедры кадрового, правового и психологического обеспечения ФГБОУ ВПО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России.

Беляев Сергей Валерьевич – заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. хим. наук.

Богданов Илья Андреевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Бойко Николай Иванович – старший преподаватель кафедры математических дисциплин ГОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР.

Бубнов Владимир Борисович – доцент кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. техн. наук.

Веденина Евгения Сергеевна – студентка ФГБОУ ВО Государственный академический университет гуманитарных наук.

Волошенко Алексей Анатольевич – преподаватель кафедры надзорной деятельности УНК ОНД ФГБОУ ВПО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России.

Гаврилов Сергей Олегович – студент ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Галкин Егор Алексеевич – доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции ГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет, канд. техн. наук, доцент.

Ганина Алёна Владимировна – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Гессе Женни Фердинандовна – старший преподаватель кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. хим. наук.

Глухов Вячеслав Александрович – доцент кафедры математических дисциплин ГОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Глухова Маргарита Владимировна – заведующий отделом информационных технологий ГОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР.

Гришина Елена Павловна – профессор кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, главный научный сотрудник ФГБУН РАН Институт химии растворов им. Г. А. Крестова, доктор техн. наук, профессор.

Губина Ирина Вадимовна – студент ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Гурина Дария Леонидовна – старший преподаватель кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, научный сотрудник ФГБУН РАН Институт химии растворов им. Г. А. Крестова, канд. хим. наук.

Гусев Григорий Игоревич – аспирант ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет.

Гущин Андрей Андреевич – заведующий кафедрой промышленной экологии ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, канд. хим. наук, доцент.

Данилов Игорь Лолиевич – профессор кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Демченко Наталья Сергеевна – ассистент кафедры гуманитарных дисциплин ГОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР.

Донцова Эльвира Николаевна – старший инспектор отдела идеологического обеспечения Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси.

Егоров Сергей Анатольевич – доцент кафедры технологических машин и оборудования ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, канд. техн. наук, доцент.

Егорова Надежда Евгеньевна – доцент кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Егорова Наталья Ивановна – доцент кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, канд. физ.-мат. наук.

Елин Николай Николаевич – профессор кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, доктор техн. наук, профессор.

Елина Татьяна Николаевна – доцент кафедры технологий защиты информации ФГАОУ ВО Государственный университет аэрокосмического приборостроения, канд. эконом. наук, доцент.

Есина Марина Геннадьевна – доцент кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. техн. наук, доцент.

Ефремов Александр Михайлович – профессор кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», профессор кафедры технологии приборов и материалов электронной техники ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, доктор хим. наук, профессор.

Жеребятьев Валентин Иванович – преподаватель кафедры физики ФГБОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России, канд. техн. наук.

Зарубина Екатерина Витальевна – старший преподаватель кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. техн. наук, доцент.

Захаров Дмитрий Евгеньевич – аспирант ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет.

Захаров Евгений Юрьевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Зуйкова Кристина Сергеевна – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Иванихина Ирина Витальевна – доцент кафедры кадрового, правового и психологического обеспечения ФГБОУ ВПО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, канд. пед. наук.

Иванов Никита Владимирович – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Иванова Олеся Владимировна – ученица 10 класса МБОУ Лицей № 15 г. Химки, Московская область.

Илларионова Татьяна Игоревна – студент ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Исаев Вадим Николаевич – доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, канд. техн. наук, доцент.

Кайбичев Игорь Апполинарьевич – профессор кафедры математики и информатики ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, доктор физ.-мат. наук, доцент.

Калинова Анна Андреевна – студент ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Карпычева Владислава Валентновна – студент ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Киселев Владислав Алексеевич – магистрант ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет.

Коновалова Юлия Александровна – старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Коробейникова Елена Германовна – профессор кафедры физико-химических основ процессов горения и тушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России, канд. хим. наук, доцент.

Кудрякова Надежда Олеговна – научный сотрудник ФГБУН РАН Институт химии растворов им. Г. А. Крестова, канд. техн. наук.

Кулиш Сергей Михайлович – педагог дополнительного образования МБОУ Лицей № 15 г. Химки, Московская область.

Лабинская Анна Викторовна – ассистент кафедры гуманитарных дисциплин ГОУВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР.

Лапшин Сергей Сергеевич – старший преподаватель кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Лебедев Андрей Юрьевич – начальник отделения информатизации учебного процесса отдела технологий открытого образования ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России, канд. техн. наук.

Лебедева Наталья Шамильевна – профессор кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, доктор хим. наук, доцент.

Левкин Александр Алексеевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Липин Андрей Александрович – доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, канд. техн. наук, доцент.

Липин Александр Геннадьевич – заведующий кафедрой процессов и аппаратов химической технологии ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, доктор техн. наук, профессор

Лобаев Игорь Александрович – профессор кафедры надзорной деятельности УНК ОНД Академия ГПС МЧС России, канд. техн. наук.

Лобжа Михаил Тимофеевич – профессор кафедры психологии и педагогики ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, доктор пед. наук, профессор.

Лысенкова Юлия Михайловна – студентка ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет.

Маркман Эмиль Эдуардович – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Матяшин Илья Александрович – кадет кадетского пожарно-спасательного корпуса ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Мачтаков Сергей Геннадьевич – доцент кафедры высшей математики и информационных технологий ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий, канд. техн. наук.

Медведева Людмила Владимировна – заведующий кафедрой физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, доктор пед. наук, профессор.

Мельников Владислав Евгеньевич – курсант ФГКВУ ВПО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко.

Михайличенко Александр Евгеньевич – студент ФГАОУ ВО Государственный университет аэрокосмического приборостроения.

Морозов Владимир Васильевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Мосюндз Андрей Валерьевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Мочалова Татьяна Александровна – заместитель начальника кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. биолог. наук.

Мурин Дмитрий Борисович – старший преподаватель кафедры технологии приборов и материалов электронной техники ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, канд. хим. наук.

Мухамедьянов Фиргат Фидаевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Мухин Александр Андреевич – аспирант кафедры технологических машин и оборудования ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет.

Мыльников Владимир Аркадьевич – доцент кафедры №34 «Технологий защиты информации» ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, канд. техн. наук, доцент.

Натареев Сергей Валентинович – профессор кафедры машин и аппаратов химических производств ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, профессор кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, доктор техн. наук, профессор.

Небукин Владимир Олегович – аспирант ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет.

Недайводин Евгений Геннадьевич – адъюнкт ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Нефедов Егор Вячеславович – кадет кадетского пожарно-спасательного корпуса ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Никифорова Татьяна Евгеньевна – доцент кафедры технологии пищевых продуктов и биотехнологии ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, доктор хим. наук, доцент.

Никишов Сергей Николаевич – старший преподаватель кафедры пожарно-строевой, физической подготовки и ГДЗС (в составе УНК «Пожаротушение») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Одинцова Екатерина Геннадьевна – аспирант, стажер-исследователь ФГБУН РАН Институт химии растворов им. Г. А. Крестова.

Паниотова Диана Юрьевна – заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин ГОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР, канд. пед. наук.

Пашкова Тамара Викторовна – профессор кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Полякова Анастасия Михайловна – студентка ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина.

Предеин Александр Николаевич – аспирант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Пригорелов Геннадий Алексеевич – заведующий кафедрой химии ФГКВБОУ ВПО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко, канд. хим. наук, доцент.

Приходченко Екатерина Ильинична – профессор кафедры социология и политология ГОУ ВПО Донецкий национальный технический университет, доктор пед. наук, профессор.

Пшанов Александр Петрович – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Репин Денис Сергеевич – преподаватель кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Руданова Юлия Сергеевна – студентка ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Сарасеко Елена Григорьевна – доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Гомельского филиала Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. биолог. наук.

Семенова Ксения Васильевна – доцент кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. техн. наук.

Сенченко Денис Кириллович – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Сизов Михаил Викторович – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Скачко Максим Валерьевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Смирнов Сергей Александрович – заведующий кафедрой технологии приборов и материалов электронной техники ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, канд. хим. наук, доцент.

Смирнова Анна Сергеевна – магистрант кафедры процессов и аппаратов химической технологии ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет.

Снегирев Дмитрий Геннадьевич – доцент кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. техн. наук.

Солодухин Александр Андреевич – магистрант ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет.

Сторонкина Анна Олеговна – ученица 11-А класса МОУ школа-лицей № 22 г. Иваново.

Сторонкина Ольга Евгеньевна – старший преподаватель кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. хим. наук.

Сухих Сергей Дмитриевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Сыско Максим Сергеевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Таратанов Николай Александрович – старший преподаватель кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. хим. наук.

Тимошков Владимир Федорович – старший преподаватель кафедра безопасности жизнедеятельности Гомельского филиала Университета гражданской защиты МЧС Беларуси.

Торопова Мария Владиевна – доцент кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, канд. техн. наук.

Трибунских Олег Александрович – старший преподаватель кафедры математики ФГКВУ ВО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил "Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина", канд. техн. наук, доцент.

Трошенкова Дарья Андреевна – магистрант кафедры технологии приборов и материалов электронной техники ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет.

Тюнина Елена Юрьевна – старший научный сотрудник ФГБУН РАН Институт химии растворов им. Г.А. Крестова, канд. хим. наук.

Усачева Татьяна Валерьевна – доцент кафедры высшей математики ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России, канд. пед. наук, доцент.

Хамраев Егор Тахирович – курсант ФГКВОУ ВПО Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко.

Холодков Игорь Владимирович – доцент кафедры технологии приборов и материалов электронной техники ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет», канд. физ.-мат. наук, доцент.

Холодкова Наталия Виталиевна – доцент кафедры технологии приборов и материалов электронной техники ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, канд. хим. наук, доцент.

Хонгорова Ольга Викторовна – доцент кафедры естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. физ.-мат. наук.

Чекунова Марина Дмитриева – доцент кафедры химии, экологии и микробиологии ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, канд. хим. наук, доцент.

Чеснокова Татьяна Вячеславовна – доцент кафедры химии, экологии и микробиологии ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, канд. биолог. наук, доцент.

Чичадеев Сергей Алексеевич – курсант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Шавлюга Антон Александрович – магистрант ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Шашков Кирилл Олегович – студент ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Шварев Евгений Анатольевич – старший преподаватель кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, канд. техн. наук.

Шевченко Екатерина Борисовна – методист учебно-методического отдела ГОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС ДНР.

Шибашов Антон Владимирович – доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, канд. техн. наук.

Шилов Александр Геннадьевич – адъюнкт ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России.

Шимитило Виктория Леонидовна – доцент кафедры высшей математики ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России, канд. техн. наук.

Шмелева Татьяна Витальевна – доцент кафедры теоретической и прикладной механики ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет им. Ленина, канд. техн. наук, доцент.

Шувье Евгения Сергеевна – магистрант инженерно-физического факультета ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Азизов И.И., 241
Александров А.И., 92
Александрова Н.Г., 164
Арбузова А.А., 36, 151,
160, 254, 263
Асанов Т.Р., 231
Баканов М.О., 185, 207,
241, 244
Баранец А.А., 8, 99
Бардачев М.Д., 226
Беда Н.В., 167
Беляев С.В., 17, 26, 104
Богданов И.А., 22, 75, 144
Бойко Н.И., 202
Бубнов В.Б., 289
Веденина Е.С., 177
Волошенко А.А., 110
Гаврилов С.О., 39
Галкин Е.А., 71
Ганина А.В., 86
Гессе Ж.Ф., 144
Глухов В.А., 130
Глухова М.В., 130
Гришина Е.П., 89
Губина И.В., 274
Гурина Д.Л., 39, 192
Гусев Г.И., 12
Гущин А.А., 12
Данилов И.Л., 135
Демченко Н.С., 140
Донцова Э.Н., 170
Егоров С.А., 248
Егорова Н.Е., 220, 248, 251,
254, 274, 281, 285
Егорова Н.И., 135
Елин Н.Н., 289
Елина Т.Н., 235, 266
Есина М.Г., 212, 223, 231,
258
Ефремов А.М., 17
Жеребятъев В.И., 45, 48, 51
Зарубина Е.В., 260
Захаров Д.Е., 26
Захаров Е.Ю., 251
Зуйкова А.С., 96
Иванихина И.В., 177
Иванов Н.В., 65
Иванова О.В., 82
Илларионова Т.И., 281
Исаев В.Н., 62
Кайбичев И.А., 216, 277
Калинова А.А., 263
Карпычева В.В., 281
Киселев В.А., 68
Коновалова Ю.А., 189
Коробейникова Е.Г., 195
Кудрякова Н.О., 89
Кулиш С.В., 82
Лабинская А.В., 124
Лапшин С.С., 254
Лебедев А.Ю., 195
Лебедева Н.Ш., 22, 42, 75,
104
Левкин А.А., 36, 104
Липин А.А., 58, 62
Липин А.Г., 58, 62
Лобаев И.А., 110
Лобжа М.Т., 147
Лысенкова Ю.М., 12
Маркман Э.Э., 65
Матяшин И.А., 160
Мачтаков С.Г., 71
Медведева Л.В., 135
Мельников В.Е., 99
Михайличенко А.Е., 235
Морозов В.В., 207
Мосюндз А.В., 89
Мочалова Т.А., 30, 54
Мурин Д.Б., 17
Мухамедьянов Ф.Ф., 104
Мухин А.А., 248
Мыльников В.А., 266
Натареев С.В., 26
Небукин В.О., 58
Недайводин Е.Г., 42
Нефедов Е.В., 160
Никифорова Т.Е., 26
Никишов С.Н., 185, 207,
241, 244
Одинцова Е.Г., 192
Паниотова Д.Ю., 140
Пашкова Т.В., 92
Полякова А.М., 260
Предеин А.Н., 89
Пригорелов Г.А., 8
Приходченко Е.И., 172,
202
Пшанов А.П., 220
Репин Д.С., 260
Руданова Ю.С., 212
Сарасеко Е.Г., 156
Семенова К.В., 86
Сенченко Д.К., 89
Сизов М.В., 96
Скачко М.В., 258
Смирнов С.А., 120
Смирнова А.С., 32
Снегирев Д.Г., 17, 65, 96,
104
Солодухин А.А., 12
Сторонкина А.О., 30
Сторонкина О.Е., 30, 54
Сухих С.Д., 42
Сыско М.С., 223
Таратанов Н.А., 22, 75,
144, 269
Тимошков В.Ф., 170
Торопова М.В., 233, 238
Трибунских О. А., 71
Трошенкова Д.А., 120
Тюнина Е.Ю., 79
Усачева Т.В., 181
Хамраев Е.Т., 8
Холодков И.В., 115
Холодкова Н.В., 115
Хонгорова О.В., 226
Чекунова М.Д., 79
Чеснокова Т.В., 68, 233
Чичадеев С.А., 244
Шавлюга А.А., 269
Шашков К.О., 151
Шварев Е.А., 254
Шевченко Е.Б., 172
Шибашов А.В., 32
Шилов А.Г., 195
Шимитило В.Л., 181
Шмелева Т.В., 260
Шувье Е.С., 248, 285

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

III Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

Иваново, 5 апреля 2018 года

Текстовое электронное издание

Издается в авторской редакции

Подготовлено к изданию 29.03.2018 г.
Формат 60×84 1/8. Усл. печ. л. 37,88. Уч.-изд. л. 35,22. Заказ № 6

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33

ISBN 978-5-6040373-4-8



9 785604 037348