

**КОМИТЕТ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
МВД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

КОКШЕТАУСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

№ 1 (29), 2018

**ВЕСТНИК
КОКШЕТАУСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
КОМИТЕТА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
МВД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

КОКШЕТАУ 2018

УДК 614.8 (082)
ББК 68.69 (5Каз)

Журнал «Вестник Кокшетауского технического института» № 1 (29), 2018 г., март.
Издается с марта 2011 года.

Собственник: Кокшетауский технический институт Комитета по чрезвычайным ситуациям
Министерства внутренних дел Республики Казахстан.

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации и коммуникации Республики
Казахстан 29 августа 2017 г. Свидетельство № 16654-Ж.

Дата и номер первичной постановки на учет № 11190-Ж, 14.10.2010 г.

Включен в перечень научных изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере
образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для
публикации основных результатов научной деятельности по техническим наукам и
технологии (приказ ККСОН МОН РК № 501 от 20.03.2018 г.).

Главный редактор: Шарипханов С.Д., доктор технических наук

Заместитель главного редактора: Раимбеков К.Ж., кандидат физико-математических наук

Состав редакционной коллегии:

Алешков М.В., доктор технических наук, профессор (РФ, г. Москва)

Байшагиров Х.Ж., доктор технических наук (РК, г. Кокшетау)

Кошумбаев М.Б., доктор технических наук (РК, г. Астана)

Мансуров З.А., доктор химических наук, профессор (РК, г. Алматы)

Сивенков А.Б., доктор технических наук, доцент (РФ, г. Москва)

Аубакиров С.Г., кандидат технических наук (РК, г. Алматы)

Джумагалиев Р.М., профессор, кандидат технических наук (РК, г. Алматы)

Камлюк А.Н., кандидат физико-математических наук, доцент (Республика Беларусь,
г. Минск)

Тарахно А.В., кандидат технических наук, доцент (Украина, г. Харьков)

Состав редакционного совета:

Карменов К.К. – кандидат технических наук (председатель), Альменбаев М.М. – кандидат
технических наук, Арифджанов С.Б. – кандидат технических наук, Бейсеков А.Н. – кандидат
физико-математических наук, Жаулыбаев А.А. – кандидат технических наук, Казьяхметова Д.Т. –
кандидат химических наук, Касымова С.К. – кандидат филологических наук, Макишев Ж.К. –
кандидат технических наук, Шуматов Э. Г. – кандидат философских наук, Шумеков С.Ш. – кандидат
педагогических наук.

«Вестник Кокшетауского технического института» - периодическое издание,
посвящённое вопросам обеспечения пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации
чрезвычайных ситуаций. Тематика журнала – теоретические и практические аспекты
предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; обеспечение пожарной
безопасности; проблемы обучения и др.

Научный журнал предназначен для курсантов, магистрантов, адъюнктов,
профессорско-преподавательского состава образовательных учреждений, научных и
практических сотрудников, занимающихся решением вопросов защиты в чрезвычайных
ситуациях, пожаровзрывобезопасности, а так же разработкой, созданием и внедрением
комплексных систем безопасности.

Издано в авторской редакции

ISSN 2220-3311

© Кокшетауский технический институт
КЧС МВД Республики Казахстан, 2018

МАЗМУНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

| | |
|---|----|
| <i>Гарелина С.А., Латышенко К.П., Миронов А.А., Павлюченко И.А.</i> ПОДГОТОВКА ПРОБ НА НАЛИЧИЕ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ | 3 |
| <i>Тацкий Р.М., Стасюк М.Ф., Пазен О.Ю.</i> ПРЯМОЙ МЕТОД РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В МНОГОСЛОЙНОЙ ПОЛОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ | 9 |
| <i>Кусаинов А.Б.</i> ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ МАТРИЧНЫМ МЕТОДОМ | 21 |
| <i>Абдрахманов А.А., Мендыбаев М.А., Арифджанов С.Б.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА | 28 |
| <i>Сакенов Р.Е.</i> АНАЛИЗ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН | 34 |

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

| | |
|---|----|
| <i>Теребнев В.В., Фроленков С.В., Шарипханов С.Д., Кусаинов А.Н.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НА СТАДИИ ТУШЕНИЯ «ПОЖАР ЛОКАЛИЗОВАН» | 38 |
| <i>Альменбаев М.М., Сивенков А.Б.</i> ДЫМООБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ТОКСИЧНОСТЬ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ С ЛАКОКРАСОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ | 44 |
| <i>Kaibichev I.A., Kaibicheva E.I.</i> WORLD INDEX OF PROFESSIONAL FIREFIGHTERS NUMBER IN 2006-2009 YEARS | 50 |
| <i>Пархоменко В.-П.О., Лавренюк Е.И., Мыхаличко Б.М.</i> ТРУДНОГОРЮЩИЕ ЭПОКСИАМИННЫЕ КОМПОЗИЦИИ: ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРООПАСНОСТИ | 56 |
| <i>Шарипов Г.А.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТУШЕНИЯ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕНООБРАЗУЮЩЕГО СОСТАВА | 62 |
| <i>Рахимжанов Д.Б., Шарипов Р.А.</i> ПРОЦЕСС ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ КАК МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ ПОСЛЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ | 67 |
| <i>Шатихов Е.М., Мустафин В.М.</i> СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ РАСЧЕТАМ ПАРАМЕТРОВ ЗОНЫ ПОРАЖЕНИЯ ВОЛНЫ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ВЗРЫВЕ АППАРАТА С ПЕРЕГРЕТОЙ ЖИДКОСТЬЮ ИЛИ СЖИЖЕННЫМ ГАЗОМ В ОЧАГЕ ПОЖАРА | 71 |

ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

| | |
|---|----|
| <i>Шарипханов С.Д., Кусаинов А.Б.</i> РОЛЬ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН | 75 |
| <i>Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б., Жаулыбаев А.А.</i> ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ | 80 |
| <i>Бейсеков А.Н.</i> ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ЦИКЛА И ЕЕ ЗНАЧИМОСТЬ | 89 |
| <i>Мейрамова А.Б.</i> НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ | 94 |

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

УДК 543.054

kplat@mail.ru

*С.А. Гарелина, кандидат технических наук
К.П. Латышенко, профессор, доктор технических наук
А.А. Миронов, кандидат технических наук, И.А. Павлюченко
Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки*

ПОДГОТОВКА ПРОБ НА НАЛИЧИЕ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

В статье представлены универсальные алгоритмы обработки водорастворимых проб и проб грунта на наличие отравляющих и опасных химических веществ.

Ключевые слова: проба, опасные химические вещества, пробоотбор, пробоподготовка, универсальный алгоритм обработки проб.

Для ликвидации ЧС, связанной с попаданием в грунт или воду отравляющих и (или) опасных химических веществ (ОХВ), необходимо знать, какое ОХВ попало в окружающую среду, подтвердить его идентичность (это качественный анализ) и определить его концентрацию (количественный анализ). После пробоотбора в лабораторию часто поступают пробы, содержание ОХВ в которых не превышает $10^{-2} - 10^{-3}$ мг/дм³ (мг/кг). Например, в соответствии с ГН 2.2.5.2610–10 ПДК иприта и люизита в воздухе составляет $2 \cdot 10^{-4}$ мг/м³, ПДК вещества типа Vх в воздухе равна $5 \cdot 10^{-6}$ мг/м³ (ГН 2.2.5.3224–14), а ПДК чрезвычайно опасных веществ в воздухе рабочей зоны составляет менее 0,1 мг/м³ (ГОСТ 12.1.007–76). При этом чувствительность прямых методов измерений (анализа) оказывается, как правило, недостаточной и для получения достоверных результатов и должна быть повышена на 2 – 3 порядка. Кроме того, прямые методы анализа зачастую не применимы при определении следовых количеств ОХВ без пробоподготовки, поскольку они могут иметь близкие аналитические характеристики с неопределяемыми компонентами пробы. В этих условиях для достоверного химического анализа требуется отделение матрицы, выделение определяемого вещества, что требует проведения пробоподготовки.

Таким образом, совершенствование методов анализа компонентов природной среды к химическому анализу на наличие ОХВ при ЧС с автоматизацией данного процесса в химико-аналитической лаборатории является актуальной задачей.

К ОХВ относят как опасные химические вещества пяти классов опасности (ГОСТ Р 53856–2010), так и химические отравляющие вещества.

Целью статьи является разработка алгоритмов подготовки проб, отобранных в месте ЧС, к химическому анализу [1, 2].

Пробоотбор – это совокупность операций, обеспечивающих отбор пробы окружающей среды и преобразование её не измеряемых параметров с целью подготовки для обработки в соответствии с методикой анализа. Его назначение состоит в получении представительной пробы с соответствующими параметрами.

Пробоподготовка – совокупность операций, обеспечивающих подготовку пробы к измерению её параметров в соответствии с методикой анализа. Её назначение заключается в обеспечении достоверности измерений (анализа).

В современных методиках количественного анализа ОХВ широко используют инструментальные методы пробоподготовки: размельчение, фильтрование, гомогенизация, экстракция, разделение и пр.

Как правило, самой трудоёмкой является процедура выделения измеряемого (определяемого) компонента, для проведения которой широко используют методы разделения: физические (фильтрование, декантирование, отстаивание), химические (соосаждение, перевод в другое валентное состояние и т.п.) и физико-химические (хроматография, экстракция, электрофорез, диализ и др.).

Процедура подготовки проб для лабораторного исследования предполагает перевод содержащегося в пробе ОХВ в удобную для анализа форму. Основными способами извлечения химических веществ из анализируемой пробы являются жидкостная и твёрдофазная экстракция, статическая и динамическая термодесорбция.

Универсальный алгоритм пробоподготовки компонентов окружающей среды для определения в них ОХВ на примере подготовки водных проб [3, 4] показан на рис. 1.

Сначала осуществляют скрининг, т.е. разбраковку проб, пользуясь простейшими полуколичественными техническими средствами экспресс-контроля: сенсоры, индикаторные бумажки, мелки, трубки, аэрозольные баллончики и т.п. Целью проведения разбраковки является установление факта наличия ОХВ в пробах, без его индивидуальной идентификации. Если ОХВ не обнаружены, то отбракованные пробы на основе априорной информации всё же могут быть направлены на углублённое исследование.

Пробы, в которых в результате скрининга обнаружено присутствие ОХВ, подвергают дальнейшему более глубокому исследованию для идентификации конкретных ОХВ и измерения их концентрации.

При подготовке проб для определения летучих органических веществ предпочтительным является метод статической или динамической термодесорбции. Динамическую термодесорбцию используют для определения наиболее низких концентраций ОХВ за счёт обогащения аналитической пробы.

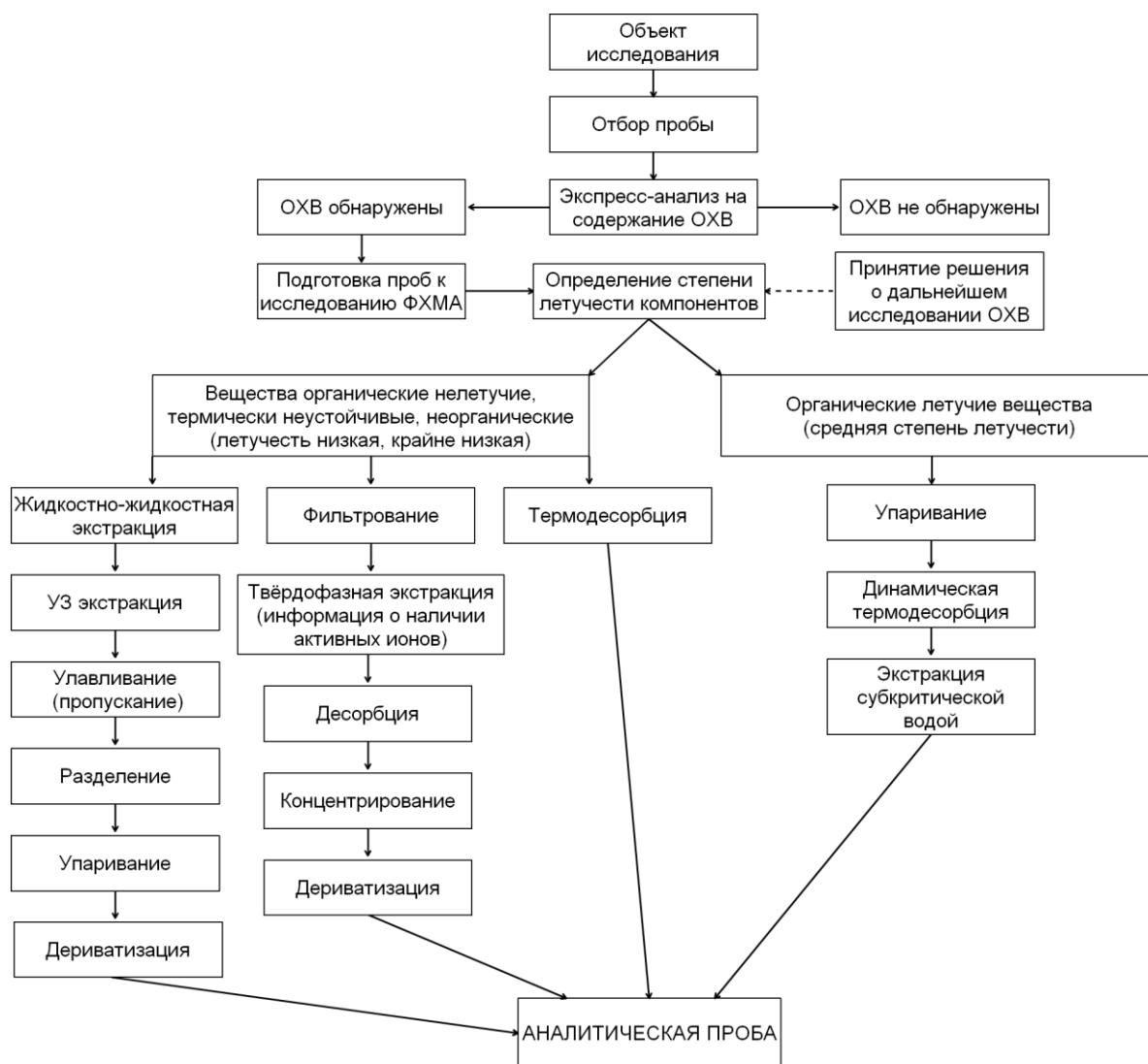


Рисунок 1 - Универсальный алгоритм подготовки проб ОХВ к анализу

Для подготовки проб органических соединений средней летучести, термически неустойчивых неорганических веществ используют методы жидкостно-жидкостной и твёрдофазной экстракции, упаривания. Перед использованием данных методов пробу для удаления грубых примесей фильтруют.

Жидкостно-жидкостную экстракцию осуществляют как ручную, так и с использованием автоматизированных устройств – экстракторов-сепараторов.

Отобранный экстракт подвергают воздействию ультразвука в УЗ бане и затем центрифугируют. После разделения фаз экстракт упаривают до требуемого объёма и при необходимости дериватизируют.

При использовании метода твёрдофазной экстракции, пробу отбирают на сорбент, а затем растворителем проводят десорбцию. Собранный экстракт концентрируют и при необходимости дериватизируют.

Упаривание пробы после фильтрации применяют, в основном, для определения солей тяжёлых металлов.

Анализ проб грунта значительно сложнее, т.к. к нему практически не применимы прямые методы анализа и требуется перевод измеряемых компонентов (ОХВ) в водную фазу. Поэтому аргументированный выбор метода и последовательности операций подготовки проб грунта является актуальной задачей.

На рис. 2 показан универсальный алгоритм подготовки проб грунта [5].

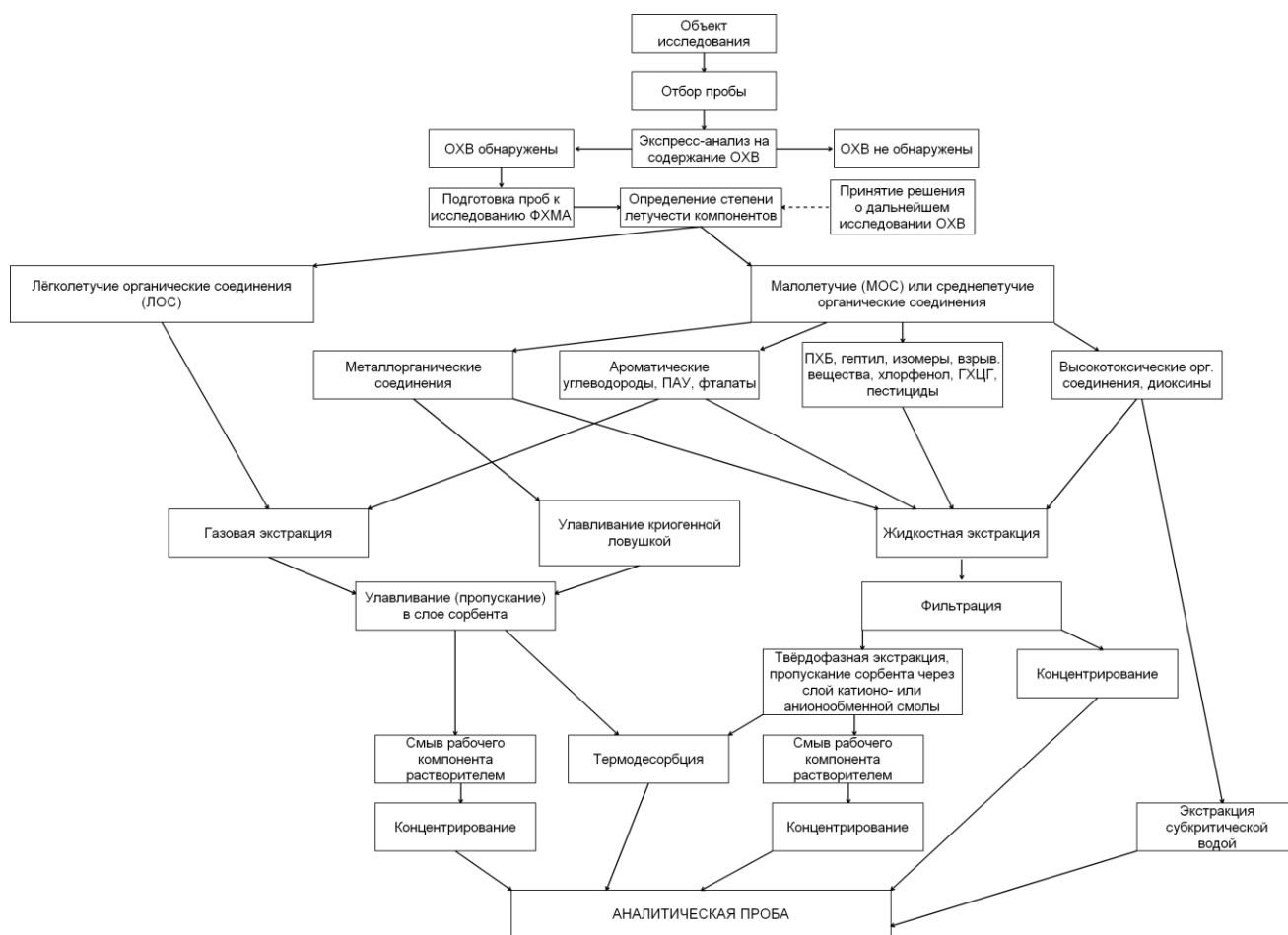


Рисунок 2 - Универсальный алгоритм подготовки проб грунта

Первоначально проводят отбор проб грунта, затем их доводят до воздушно-сухого состояния, измельчают, пропускают через сито с круглыми отверстиями диаметром 1 – 2 мм и хранят в коробках или пакетах. Пробу на анализ из коробки отбирают шпателем или ложкой и проводят скрининг на содержание ОХВ.

ОХВ делят на лёгко- и малолетучие (среднелетучие) органические соединения. Для определения легколетучих ОХВ используют газовую экстракцию (улавливание в слое сорбента) и последующую термодесорбцию при температуре 55 – 220 °С, либо смыв рабочего компонента растворителем.

Для анализа малолетучих ОХВ используют метод жидкостной экстракции [6]. Для подготовки грунта на определение высокотоксичных органических соединений и диоксинов используют жидкостную экстракцию с последующей твёрдофазной экстракцией и концентрированием, но более эффективным является метод экстракции субкритической водой.

Помимо метода жидкостной экстракции, для определения ароматических углеводородов, ПАУ и фталатов также используют метод газовой экстракции с последующей термодесорбцией.

Для подготовки проб на определение металлорганических соединений применяют метод жидкостной экстракции, а для определения неустойчивых металлорганических соединений – метод улавливания в криогенной ловушке с последующей термодесорбцией.

Таким образом, разработанные алгоритмы пробоподготовки на наличие ОХВ создают основу для разработки автоматических устройств пробоподготовки (АУПП), которые позволят осуществлять её в полевых условиях, что существенно повысит скорость и достоверность анализа.

Выводы:

1. Определены типовые операции, применяемые при пробоподготовке на наличие ОХВ.

2. Разработан универсальный алгоритм пробоподготовки водных растворов на определение ОХВ, применимый при возникновении ЧС в условиях отсутствия информации о составе анализируемых компонентов пробы.

3. Разработан универсальный алгоритм пробоподготовки проб грунта на определение ОХВ.

4. Заложена основа для разработки автоматических устройств пробоподготовки, которые позволят осуществлять её в полевых условиях, что существенно повысит скорость и достоверность анализа.

Список литературы

1. Другов Ю.С., Родин А.А. Пробоподготовка в экологическом анализе / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - СПб.: Анатолия, 2002. - 755 с.

2. Гарелина С.А., Латышенко К.П., Миронов А.А., Павлюченко И.А. Подготовка проб на наличие химически опасных веществ // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. - 2017. - № 1. - С. 46 - 50.

3. Латышенко К.П., Миронов А.А. Универсальный алгоритм проведения подготовки проб компонентов природной среды для определения опасных химических веществ // Экологические системы и приборы. - 2011. - № 6. - С. 22- 25.

4. Гарелина С.А., Латышенко К.П., Миронов А.А., Павлюченко И.А. Разработка алгоритма обработки почв грунта на наличие опасных и отравляющих химических веществ // Сб. мат. XXVII Межд. науч.-практ. конф.

«Предупреждение. Спасение. Помощь». - Химки: АГЗ МЧС России, 2017. - С.60 - 62.

5. Латышенко К.П., Миронов А.А., Павлюченко И.А. Универсальный алгоритм подготовки проб грунта для определения опасных химических веществ // Экологические приборы и системы. - 2014. - № 9, т. 3. - С. 15-18.

6. Фомин В.В. Химия экстракционных процессов / В.В. Фомин. - М.: Госатомиздат, 1960. - 166 с.

*S.A. Garelina, K.P. Latyshenko, A.A. Mironov, I.A. Pavljuchenko
Ресей ТЖМ Азаматтық қорғау Академиясы, Химки қ.*

ХИМИЯЛЫҚ ҚАУІПТІ ЗАТТАРДЫҢ БАР БОЛУЫНА СЫНАМАЛАРДЫ ДАЙЫНДАУ

Мақалада суға ерігіш пен жердің сынамаларын химиялық қауіпті және улы заттардың бар болуын қарау арқылы әмбебап өңдеу алгоритмдері ұсынылған.

Түйін сөздер: сынама, химиялық қауіпті заттар, сынамаларды таңдау, сынамаларды дайындау, сынамаларды әмбебап өңдеу алгоритмі.

*S.A. Garelina, K.P. Latyshenko, A.A. Mironov, I.A. Pavljuchenko
Academy of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of Russia*

SAMPLE PREPARATION FOR AVAILABILITY CHEMICALLY HAZARDOUS SUBSTANCES

The article presents universal algorithms for processing water-soluble samples and soil samples for the presence of poisonous and dangerous chemicals.

Keywords: sample, hazardous chemicals, sampling, sample preparation, a universal algorithm for processing samples.

*Р.М. Тацкий, доктор физико-математических наук, профессор
М.Ф. Стасюк, кандидат физико-математических наук, доцент
О.Ю. Пазен, кандидат технических наук*

*Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности,
Украина*

ПРЯМОЙ МЕТОД РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В МНОГОСЛОЙНОЙ ПОЛОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ

В данной работе предложена и обоснована конструктивная схема построения решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности в случае полой многослойной сферической конструкции при условиях идеального теплового контакта между слоями. Предполагается наличие конвективного теплообмена с внешней средой, то есть выполняются краевые условия третьего рода. Коэффициенты уравнения теплопроводности считаются кусочно-постоянными относительно пространственной координаты. В основу схемы положены: метод редукции, концепция квазипроизводных, современная теория систем линейных дифференциальных уравнений, метод Фурье и модифицированный метод собственных функций. Приведен численный модельный пример расчета температурного поля в четырехслойной полой сферической конструкции в условиях внешнего пожара.

Ключевые слова: редукция, квазипроизводная, матрица Коши, метод собственных функций.

1. Введение. В работе [1] предложена и обоснована конструктивная схема построения решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности с кусочно-непрерывными коэффициентами, зависящими от пространственной координаты на конечном интервале. На основании этих результатов было решено ряд задач о распределении температурных полей в многослойных плоских и цилиндрических конструкциях в условиях пожара [1-5].

В данной работе предложено развитие этих идей для случая многослойной полой сферической конструкции. В качестве примера рассматривается расчет температурного поля в четырехслойной полой конструкции при условиях внешнего пожара.

2. Постановка задачи. Рассматривается неограниченная полая многослойная сферическая конструкция с радиусами $r_0, r_1, r_2, \dots, r_{n-1}, r_n$, причем $0 < r_0 < r_1 < r_2 < \dots < r_{n-1} < r_n$, (рис. 1) и задано начальное распределение температуры $\varphi(r)$. Температура конструкции зависит от радиуса r и времени τ . При этом i -й слой ($i = 0, 1, 2, \dots, n-1$) изготовлен из изотропного материала, обладает своим коэффициентом теплопроводности λ_i , удельной теплоёмкостью c_i и плотностью ρ_i . Считаем, что на внутренней ($r = r_0$) и наружной ($r = r_n$)

поверхностях существует конвективный теплообмен с внешней средой, т.е. выполняются краевые условия третьего рода. Коэффициенты теплообмена наружной и внутренней поверхности различны ($\alpha_0 \neq \alpha_n$) [6, 7].

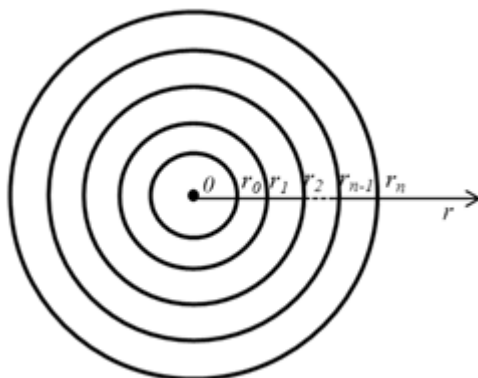


Рисунок 1 – Многослойная полая сферическая конструкция

Пусть θ_i – характеристическая функция [8] промежутка $[r_i, r_{i+1})$, т. е.

$$\theta_i(r) = \begin{cases} 1, & r \in [r_i, r_{i+1}), \\ 0, & r \notin [r_i, r_{i+1}), \end{cases} \quad i = \overline{0, n-1}. \quad \text{Положим } \lambda(r) = \sum_{i=0}^{n-1} \lambda_i \theta_i, \quad c(r)\rho(r) = \sum_{i=0}^{n-1} c_i \rho_i \theta_i,$$

$$\lambda_i > 0, \quad c_i \rho_i > 0, \quad \forall i = \overline{0, n-1}, \quad \lambda_i, c_i, \rho_i \in R.$$

Рассмотрим общую смешанную краевую задачу для уравнения теплопроводности: найти решение уравнения

$$c\rho \frac{\partial t(r, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \lambda \frac{\partial t(r, \tau)}{\partial r} \right), \quad r \in (r_0, r_n), \quad \tau > 0, \quad r > 0, \quad (1)$$

с краевыми условиями третьего рода

$$\begin{cases} \lambda \frac{\partial t}{\partial r}(r_0, \tau) = \alpha_0 (t(r_0, \tau) - \psi_0(\tau)), \\ -\lambda \frac{\partial t}{\partial r}(r_n, \tau) = \alpha_n (t(r_n, \tau) - \psi_n(\tau)), \end{cases} \quad (2)$$

при начальном условии

$$t(r, 0) = \varphi(r), \quad (3)$$

где $\varphi(r) = \sum_{i=0}^{df} \varphi_i(r) \theta_i$.

Поэтапное решение задачи (1)-(3) будем проводить, следуя схеме работы [1].

3. Метод редукции. Постановка краевых задач для взаимосвязанных функций. Следуя [9, 10], положим

$$t(r, \tau) = u(r, \tau) + v(r, \tau). \quad (4)$$

Определим одну из функций (например $u(r, \tau)$) как решение (квазистационарной) краевой задачи:

$$\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \lambda \frac{du(r, \tau)}{dr} \right) = 0, \quad (5)$$

с краевыми условиями

$$\begin{cases} \lambda \frac{du}{dr}(r_0, \tau) = \alpha_0 (u(r_0, \tau) - \psi_0(\tau)), \\ -\lambda \frac{du}{dr}(r_n, \tau) = \alpha_n (u(r_n, \tau) - \psi_n(\tau)), \end{cases} \quad (6)$$

причем переменная τ играет роль параметра.

Краевые условия (6) можно переписать в виде:

$$\begin{cases} \alpha_0 r_0^2 u(r_0, \tau) - u^{[1]}(r_0, \tau) = \alpha_0 r_0^2 \psi_0(\tau), \\ \alpha_n r_n^2 u(r_n, \tau) + u^{[1]}(r_n, \tau) = \alpha_n r_n^2 \psi_n(\tau), \end{cases} \quad (6)'$$

где $u^{[1]} \stackrel{df}{=} r^2 \lambda u'$ – квазипроизводная.

Используя представление (4), перепишем уравнение (1) в виде:

$$c\rho \frac{\partial u(r, \tau)}{\partial \tau} + c\rho \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \lambda \frac{\partial u(r, \tau)}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \lambda \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial r} \right). \quad (7)$$

Если учесть, что $u(r, \tau)$ – решение задачи (5), (6), то в (7) следует положить $\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \lambda \frac{\partial u(r, \tau)}{\partial r} \right) \equiv 0$, и мы приходим к неоднородному дифференциальному уравнению на функцию $v(r, \tau)$

$$c\rho \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \lambda \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial r} \right) - c\rho \frac{\partial u(r, \tau)}{\partial \tau}. \quad (8)$$

Заметим, что функция $-c\rho \frac{\partial u(r, \tau)}{\partial \tau}$ в правой части (8) считается известной, так как известна функция $u(r, \tau)$, как решение задачи (5), (6). Поскольку функция $u(r, \tau)$ удовлетворяет краевым условиям (6), то из представления (6) вытекают краевые условия для функции $v(r, \tau)$:

$$\begin{cases} \alpha_0 r_0^2 v(r_0, \tau) - v^{[1]}(r_0, \tau) = 0, \\ \alpha_n r_n^2 v(r_n, \tau) + v^{[1]}(r_n, \tau) = 0, \end{cases} \quad (9)$$

где $v^{[1]} \stackrel{df}{=} r^2 \lambda v'_r$, $v'_r \stackrel{df}{=} \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial r}$.

Начальное условие принимает вид:

$$v(r, 0) = f(r) \equiv \varphi(r) - u(r, 0) = \sum_{i=0}^{n-1} [\varphi_i(r) - u_i(r, 0)] \theta_i. \quad (10)$$

Итак, при условии, что решение $u(r, \tau)$ задачи (5), (6) – известно, функция $v(r, \tau)$ является решением смешанной задачи (8)-(10).

4. *Решение краевой задачи (5)-(6).* Алгоритм решения задачи (5)-(6) детально описан в работах [1, 4, 5].

В работе [11] установлено, что на каждом из промежутков $[r_i, r_{i+1})$ решение задачи (5)-(6) имеет вид:

$$u_i(r, \tau) = B_i(r, r_i) \cdot B(r_i, r_0) \cdot P_0(\tau), \quad (11)$$

где

$$\begin{aligned} \mathbf{P}_0(\tau) &= (P + Q \cdot B(r_n, r_0))^{-1} \cdot \Gamma(\tau) = \\ &= \left[\begin{pmatrix} \alpha_0 r_0^2 & -1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ \alpha_n r_n^2 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & \sum_{i=0}^{n-1} \frac{r_{i+1} - r_i}{\lambda_i \cdot r_{i+1} \cdot r} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \right]^{-1} \times \begin{pmatrix} \alpha_0 r_0^2 \psi_0(\tau) \\ \alpha_n r_n^2 \psi_n(\tau) \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} \frac{(\alpha_n r_n^2 \sigma_n + 1) \alpha_0 r_0^2 \psi_0(\tau) + \alpha_n r_n^2 \psi_n(\tau)}{\Delta} \\ \frac{\alpha_0 \alpha_n r_0^2 r_n^2 (\psi_n(\tau) - \psi_0(\tau))}{\Delta} \end{pmatrix}, \end{aligned} \quad (12)$$

$$\text{где } \sigma_n = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{r_{i+1} - r_i}{\lambda_i \cdot r_{i+1} \cdot r_i}, \Delta = \alpha_n r_n^2 + 1 + \alpha_0 r_0^2 (\alpha_n r_n^2 \sigma_n + 1).$$

Выражение (11) позволяет записать решение $u(r, \tau)$ на всем промежутке $[r_0, r_n]$ с помощью характеристических функций θ_i в виде:

$$u(r, \tau) = \sum_{i=0}^{n-1} u_i(r, \tau) \theta_i \quad (13)$$

5. Метод Фурье и задача на собственные значения.

5.1. Разложения по собственным функциям. Следуя, например [9], будем искать нетривиальные частные решения однородного дифференциального уравнения

$$c\rho \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \lambda \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial r} \right), \quad (14)$$

в виде

$$v(r, \tau) = e^{-\omega \tau} \cdot R(r), \quad (15)$$

где ω – параметр, а $R(r)$ – пока неизвестная функция.

Подставляя правую часть (15) в (14) приходим к (квази) дифференциальному уравнению

$$\left(r^2 \lambda R' \right)' + \omega c \rho r^2 R = 0 \quad (16)$$

при краевых условиях

$$\begin{cases} \alpha_0 r_0^2 R(r_0) - R^{[1]}(r_0) = 0 \\ \alpha_n r_n^2 R(r_n) + R^{[1]}(r_n) = 0 \end{cases} \quad (17)$$

Задача (16), (17) – классическая задача на собственные значения, свойства собственных значений ω_k и собственных функций $R_k(r, \omega_k)$ которой, в случае краевых условий первого, второго и третьего рода, исчерпывающе изучены и подробно описаны, например, в [9].

Так, в частности, разложение функции $g(r)$ в ряд Фурье по собственным функциям $R_k(r, \omega_k)$ задачи (16), (17) имеет вид:

$$g(r) = \sum_{k=1}^{\infty} g_k \cdot R_k(r, \omega_k), \quad (18)$$

где коэффициенты Фурье g_k вычисляются по формуле:

$$g_k = \frac{1}{\|R_k\|^2} \int_{r_0}^{r_n} c \rho g(r) R_k(r, \omega_k) r^2 dr = \frac{1}{\|R_k\|^2} \sum_{i=0}^{n-1} c_i \rho_i \int_{r_i}^{r_{i+1}} g_i(r) R_{ki}(r, \omega_k) r^2 dr. \quad (19)$$

Заметим, что $\|R_k\|^2$ – квадрат нормы собственной функции R_k

$$\|R_k\|^2 = \int_{r_0}^{r_n} c \rho R_k^2(r, \omega_k) r^2 dr = \sum_{i=0}^{n-1} c_i \rho_i \int_{r_i}^{r_{i+1}} R_{ki}^2(r, \omega_k) r^2 dr. \quad (20)$$

Будем считать, что $g(r)$ – кусочно-непрерывная функция, имеющая различные аналитические выражения на каждом из промежутков $[r_i, r_{i+1})$, то есть представляемая в виде:

$$g(r) = \sum_{i=1}^n g_i \theta_i. \quad (21)$$

5.2. *Конструктивное построение собственных функций.* Введя квазипроизводную $R^{[1]} \stackrel{df}{=} r^2 \lambda R'$, вектор $R = (R, R^{[1]})^T$ и матрицу $A(r) = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{r^2 \lambda(r)} \\ -\omega c \rho r^2 & 0 \end{pmatrix}$, приведем квазидифференциальное уравнение (16) к эквивалентной системе дифференциальных уравнений первого порядка

$$R' = \tilde{A} R \quad (22)$$

Соответствующую систему на промежутке $[r_i, r_{i+1})$ запишем в виде:

$$R'_i = \tilde{A}_i \cdot R_i, \quad i = \overline{0, n-1}, \quad (23)$$

с матрицами A_i вида

$$A_i(r) = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{r^2 \lambda_i} \\ -\omega c_i \rho_i r^2 & 0 \end{pmatrix}. \quad (24)$$

Уравнение (16) можно представить в виде:

$$R'' + \frac{R'}{r^2} + a_i^2 R = 0 \quad (16)'$$

где обозначено $a_i = \sqrt{\frac{\omega c_i \rho_i}{\lambda_i}}$

Непосредственной проверкой убеждаемся, что матрица Коши системы (23) имеет

$$B_i(r, s, \omega) = \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{pmatrix} \quad (25)$$

где $\beta_{11} = \frac{a_i s \cos(a_i(r-s)) + \sin(a_i(r-s))}{a_i r}$;

$$\beta_{12} = \frac{\sin(a_i \cdot (r-s))}{a_i r s \lambda_i};$$

$$\beta_{21} = \frac{(\omega c_i \rho_i r s + \lambda_i) \sin(a_i(r-s)) + (a_i \lambda_i (s-r)) \cos(a_i \cdot (r-s))}{a_i};$$

$$\beta_{22} = \frac{a_i r \cos(a_i(r-s)) + \sin(a_i(r-s))}{a_i s};$$

Обозначим

$$B(r_i, r_0, \omega) \stackrel{df}{=} \prod_{j=0}^i B_{i-j}(r_{i-j+1}, r_{i-j}, \omega). \quad (26)$$

$$B(r, r_0, \omega) \stackrel{df}{=} \sum_{i=0}^{n-1} B_i(r, r_i, \omega) \cdot B(r_i, r_0, \omega) \cdot \theta_i, \quad (27)$$

Нетривиальное решение $R(r, \omega)$ системы (22) ищем в виде:

$$R(r, \omega) = B(r, r_0, \omega) \cdot C, \quad (28)$$

где $C = \left(\frac{1}{\alpha_0 r_0^2}, 1 \right)^T$ – ненулевой вектор.

Собственные векторы системы дифференциальных уравнений (22) при краевых условиях (17), при $\Gamma(\tau) = 0$ имеют следующую структуру:

$$R_k(r, \omega_k) = B(r, r_0, \omega) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_0 r_0^2}, 1 \right)^T, k = 1, 2, 3, \dots \quad (29)$$

Собственные функции $R_k(r, \omega_k)$, как первые координаты собственных векторов $R_k(r, \omega_k)$, можно записать в виде:

$$R_k(r, \omega_k) = (1, 0) \cdot \tilde{B}(r, r_0, \omega_k) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_0 r_0^2}, 1 \right)^T, k = 1, 2, 3, \dots \quad (30)$$

В частности, так как $R_k(r, \omega_k) = \sum_{i=0}^{n-1} R_{ki}(r, \omega_k) \theta_i$, то из (30) следует:

$$R_{ki}(r, \omega_k) = (1, 0) \cdot \tilde{B}_i(r, r_i, \omega_k) \cdot \tilde{B}(r_i, r_0, \omega_k) \cdot \left(\frac{1}{\alpha_0 r_0^2}, 1 \right)^T, i = \overline{0, n-1}. \quad (31)$$

6. Построение решения $v(r, \tau)$ смешанной задачи (8)-(10). Метод построения решения задачи (8)-(10) с применением собственных функций детально описан в работе [12].

Решение смешанной задачи (8)-(10) в виде ряда:

$$v(r, \tau) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[f_k \cdot e^{-\omega_k \tau} - \int_0^{\tau} e^{-\omega_k(\tau-s)} u_k(s) ds \right] \cdot R_k(r, \omega_k) = \sum_{i=0}^{n-1} v_i(r, \tau) \cdot \theta_i, \quad (32)$$

где

$$v_i(r, \tau) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[f_k \cdot e^{-\omega_k \tau} - \int_0^{\tau} e^{-\omega_k(\tau-s)} u_k(s) ds \right] \cdot R_{ki}(r, \omega_k), \quad (33)$$

а функции $R_{ki}(r, \omega_k)$ определены формулой (31).

Учитывая представление (4) и формулы (13), (32), получаем формальное решение задачи (1)-(3)

$$t(r, \tau) = \sum_{i=0}^{n-1} [u_i(r, \tau) + v_i(r, \tau)] \cdot \theta_i, \quad (34)$$

причем функции $u_i(r, \tau)$ и $v_i(r, \tau)$ определены формулами (11), и (33) соответственно.

Отметим, что полученные здесь результаты имеют непосредственное применение в прикладных задачах. Так, например, задача (1)-(3) описывает процесс распространения температуры в многослойных сферических конструкциях в условиях идеального теплового контакта между слоями с учетом краевых условий третьего рода.

7. *Иллюстрация метода и численный пример.* В качестве численного примера рассмотрим четырёхслойную сферическую конструкцию, составленную из изотропных материалов разной толщины и разными теплофизическими коэффициентами. Необходимо определить распределение нестационарного температурного поля, если с внешней стороны конструкции происходит пожар, температура которого меняется по закону $\psi_n(\tau) = 660(1 - 0,687e^{-0,32\tau} - 0,313e^{-3,8\tau}) + 20$ (уравнение внешнего пожара [13]), а внутри температура постоянная и равна 20°C . В начальный момент времени температура конструкции равна 20°C . Теплотехнические характеристики конструкции для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Теплотехнические характеристики конструкции

| Параметр | Слой 1 | Слой 2 | Слой 3 | Слой 4 |
|---|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Радиус слоя r , м | $r_0 = 0,15$ $r_1 = 0,154$ | $r_1 = 0,154$ $r_2 = 0,164$ | $r_2 = 0,164$ $r_3 = 0,214$ | $r_3 = 0,214$ $r_4 = 0,216$ |
| Кэф. теплопроводности $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ | 58 | 0,27 | 0,056 | 209 |
| Удельная теплоёмкость $c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ | 470 | 1680 | 940 | 894 |
| Плотность $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | 7800 | 1000 | 200 | 2680 |
| Начальное условие $\varphi(r), ^{\circ}\text{C}$ | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Законы изменения температур, $\psi(\tau), ^{\circ}\text{C}$ | Внутри – $\psi_0(\tau) = 20$, Снаружи – $\psi_n(\tau) = 660(1 - 0,687e^{-0,32\tau} - 0,313e^{-3,8\tau}) + 20$ | | | |
| Коэффициент теплоотдачи $\alpha, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$ | Внутри – $\alpha_0 = 4$, Снаружи – $\alpha_n = 25$ | | | |

Используя предложенный авторами метод и программное обеспечение Maple 13 получаем решение поставленной задачи о распределении нестационарного температурного поля $t(r, \tau)$ четырёхслойной сферической полый конструкции в виде графика (рис. 2) и таблицы 2.

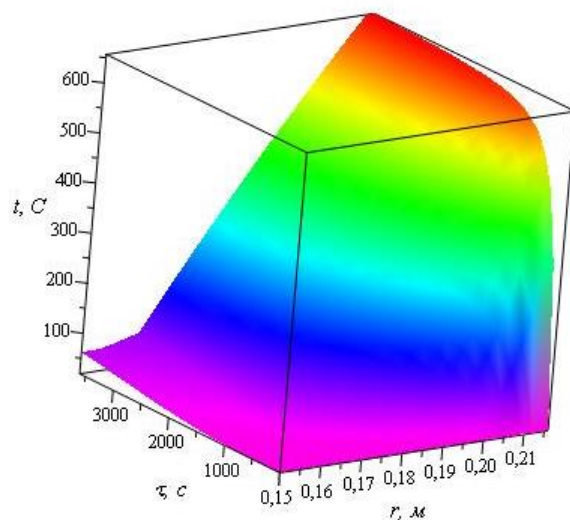


Рисунок 2 – Распределение температурного поля по толщине четырёхслойной полой конструкции

Таблица 2 – Распределение температурного поля, °С

| время, с | Координаты слоя, м | | | | | | | | |
|----------|--------------------|------|-------|-------|------|-----|-------|-------|-------|
| | среда | 0,15 | 0,158 | 0,164 | 0,17 | 0,2 | 0,214 | 0,216 | среда |
| 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 60 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 188 | 188 | 20 |
| 180 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 52 | 380 | 380 | 20 |
| 600 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 240 | 583 | 583 | 20 |
| 1200 | 20 | 21 | 23 | 28 | 61 | 380 | 631 | 631 | 20 |
| 1700 | 20 | 28 | 32 | 42 | 97 | 443 | 645 | 645 | 20 |
| 3600 | 20 | 62 | 69 | 84 | 159 | 509 | 656 | 656 | 20 |
| 7200 | 20 | 121 | 130 | 145 | 219 | 537 | 660 | 660 | 20 |

8. Выводы.

1. При решении задачи (1), (2), (3) использовалась схема, предложенная в работе [1]. Единственное отличие – конкретизация матриц $B_i(r)$ и $B_i(r, \omega)$, что вызвано переходом от декартовой системы координат к сферической.

2. Краевые условия (3) являются частным случаем общих нелокальных краевых условий, рассмотренных в работе [1]. При рассмотрении иных краевых условий не возникает каких-либо существенных трудностей.

3. Решение системы уравнений (11) и (29) ищутся в классе абсолютно непрерывных на $[r_0, r_n]$ вектор-функций, что соответствует идеальному тепловому контакту между слоями.

Список литературы

1. O. Y. Pazen and R. M. Tatsii. General boundary-value problems for the heat conduction equation with piecewise-continuous coefficients // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. - March 2016. -vol. 89, no. 2. - Pp. 357-368.

2. Тацій Р.М., Стасюк М.Ф., Власий О.О., Пазен О.Ю. Прямой метод исследования температурного поля в многослойном трубопроводе в условиях пожара // *Информационные технологии и компьютерное моделирование: матер. Междунар. научно-практ. конф.* - 2017. - С. 436-440.

3. Семерак М.М., Тацій Р.М., Пазен О.Ю. Теплоизолирующая способность многослойных строительных конструкций с учётом разрушения произвольного слоя // *Вестник Кокшетауского технического института*. - 2015. № 4 (20). - С. 8–17.

4. Тацій Р.М., Пазен О.Ю. Прямой метод расчета нестационарного температурного поля при условиях пожара // *Пожарная безопасность*. - 2015. - № 26. - С. 135-141.

5. Тацій Р. М. Ушак Т.И., Пазен О.Ю. Общая третья краевая задача для уравнения теплопроводности с кусочно-постоянными коэффициентами и внутренними источниками тепла // *Пожарная безопасность*. - 2015. - № 27. - С. 120-126.

6. Лыков А.В. Теория теплопроводности. - М.: Высшая школа, 1967. - 600 с.

7. Исаченко В. П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - М.: Энергия, 1975. – 488 с.

8. Владимиров В.С. Уравнение математической физики. - М.: Наука, 1981. – 512 с.

9. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции. - М.: Наука, 1974. - 432 с.

10. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1977. - 735 с.

11. Тацій Р.М., Стасюк М.Ф., Мазуренко В.В., Власий О.О. Обобщенные квазидифференциальные уравнения. - Дрогобыч: Коло, 2011. – 300 с.

12. Каленюк П.И. Рудаковский Ю.К., Тацій Р.М., Ключнык И.Ф., Колиснык В.М., Костробий П.П., Олексив И.Я. Дифференциальные уравнения. - Львов: Изд-во Львовской политехники, 2014.

13. EN 1991-1-2 (2002) (English): Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire.

Р.М. Тацкий, М.Ф. Стасюк, О.Ю. Пазен

Өмір тіршілігі қауіпсіздігінің Львов мемлекеттік университеті, Украина

СФЕРАЛЫҚ КОНСТРУКЦИЯНЫҢ КӨП ҚАБАТТЫ ҚУЫСЫНДА ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ АЛАҢДЫ ЕСЕПТЕУДІҢ ТУРА ӘДІСІ

Берілген жұмыста қабаттар арасындағы идеалды жылу контактілері жағдайлары кезінде сфералық конструкцияның көп қабатты қуысы жағдайында жылуөткізгіштікті теңдестіру үшін аралас тапсырманы шешудің конструктивті сызбасы ұсынылған және дәлелденген. Қоршаған ортамен конвективті жылу алмасудың бар болуы болжамдалады, яғни үшінші тектің шектік шарттары орындалады. Жылуөткізгіштікті теңету коэффициенттері кеңістік координаттарына қатысты қуысты-тұрақты болып есептеледі. Сызба негізіне салынғаны: редукция әдісі, квазитуындағыш концепциясы, дифференциалды теңдеулердің желілік жүйелеріндегі қазіргі заман теориясы, Фурье әдісі және меншікті функциялардың модификациялық әдісі. Сыртқы өрт жағдайларында сфералық конструкцияның төрт қабатты қуысында температуралық алаңды есептеудің моделдік мысалы келтірілген.

Түйін сөздер: редукция, квазитуындағыш, Коши матрицасы, меншікті функциялар әдісі.

R.M. Tatsiy, M.F. Stasyuk, O.Yu. Pazin

Lviv State University of Life Safety

DIRECT METHOD OF CALCULATING THE TEMPERATURE FIELD IN A MULTILAYERED POLYSPHERIC DESIGN

In the paper, a constructive scheme for constructing a solution of the mixed problem for the equation of thermal conductivity in the case of a hollow multilayer spherical construction under conditions of perfect thermal contact between the layers is proposed and substantiated. It is assumed that there is a convective heat exchange with the external medium, that is, the boundary conditions of the third kind are fulfilled. Coefficients of the equations of heat conductivity are considered piecewise-constant relative to the spatial coordinate. The scheme is based on: the method of reduction, the concept of quasi-derivatives, the modern theory of systems of linear differential equations, the Fourier method, and the modified method of eigenfunctions. The numerical model example of the calculation of the temperature field in a four-layered hollow spherical structure in the conditions of an external fire is given.

Keywords: reduction, quasi-derivative, Cauchy matrix, eigenfunctions method.

А.Б. Кусаинов

Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ МАТРИЧНЫМ МЕТОДОМ

В целях защиты от пожаров в Республике Казахстан создана государственная система обеспечения пожарной безопасности. Повышение эффективности деятельности системы обеспечения пожарной безопасности является одной из главных задач государственной политики в области национальной безопасности. Однако имеется ряд проблемных вопросов, препятствующих повышению эффективности управления системой обеспечения пожарной безопасности. Для повышения эффективности управления, автором предлагается использовать матричный подход к определению интегральных рисков чрезвычайных ситуаций индексным методом.

Ключевые слова: пожарная безопасность, оценка пожарного риска, интегральные пожарные риски, индекс, матричный метод.

В настоящее время имеется ряд проблем, препятствующих повышению эффективности обеспечения пожарной безопасности, решение которых позволит повысить защищенность и действенность управления пожарной безопасностью, в частности [1]:

- не разработана система критериев, для анализа интегральных пожарных рисков;
- не разработана система выявления интегральных пожарных рисков и управления ими;
- не разработана система индексов, позволяющая оценить результативность управления пожарной безопасностью и степень опасности возможных интегральных рисков для конкретного региона.

Очевидно, что для того чтобы оценить степень пожарной безопасности региона, необходимы различные критерии.

Вышеизложенное обуславливает актуальность и значимость проводимого исследования, сконцентрированных на разработке и научном обосновании критериев, определяющих интегральные пожарные риски для оценки безопасности региона с использованием индексов.

Системе пожарной безопасности применение индексов для оценки и планирования своей деятельности дает следующие преимущества [2]:

- 1) индексами можно определить параметры верхних и нижних границ, в пределах которых регион будет устойчиво функционировать и развиваться;
- 2) индексы позволят установить соответствующие уровни приемлемого риска и ответственность за достижение определенных целевых показателей территориальными подразделениями уполномоченного органа в области пожарной безопасности;

3) индексы позволят заблаговременно сигнализировать о приближении критического состояния в соответствующем регионе и задействовать экстренные меры для минимизации последствий риска;

4) индексы можно использовать при проведении качественного анализа интегральных пожарных рисков.

Основным преимуществом индексного метода является то, что внутри установленных границ создается «информационное пространство», необходимое и достаточное для выявления возможных интегральных пожарных рисков.

Индексный метод позволяет провести первичную оценку интегральных пожарных рисков и сравнить их между регионами [3].

Таким образом, уполномоченный орган в области пожарной безопасности получит возможность выявить критические интегральные пожарные риски и определить соответствующие управленческие решения, направленные на их минимизацию.

Алгоритм определения индекса представлен на рисунке 1.

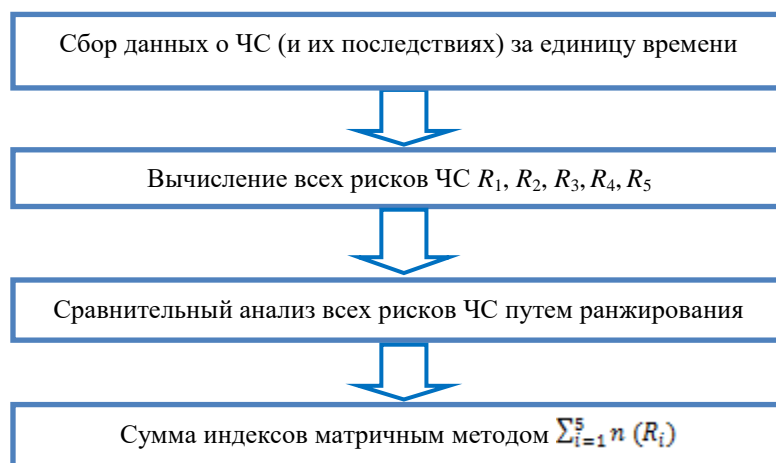


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритма определения индекса

Согласно рисунку 1, определение индекса проводится по следующему алгоритму:

1. Сбор данных о произошедших пожарах и их последствиях за единицу времени;

2. Вычисление основных пожарных рисков [4]:

- риск R_1 – количество пожаров, приходящихся в год на одного человека,
- риск R_2 – количество погибших при пожарах,
- риск R_3 – количество людей, погибающих от пожаров за год, в расчете на одного человека,
- риск R_4 – количество пострадавших от пожаров,
- риск R_5 – количество людей, пострадавших от пожаров за год, в расчете на одного человека.

3. Сравнение пожарных рисков путем их ранжирования и присвоения соответствующего индекса;

Индекс присваивается в соответствии со следующим принципом: чем выше показатель риска, тем ниже индекс.

4. Суммирование индексов матричным методом.

Применение матричного подхода обусловлено необходимостью введения определенных критериев и их использования при качественном анализе интегральных пожарных рисков.

Матричная модель комплексного показателя пожарной безопасности города разработана на основании предложенной в работе [5] классификации рисков и с использованием индексного метода. С помощью данной модели возможно определить степень пожарной опасности города.

Рассматривая методику оценки подверженности социально-экономических систем пожарам как совокупность сочетаний индексов рисков, мы получаем не только структуру рисков и оценочных показателей, но и матричную модель.

Предложенная матричная модель отличается гибкостью – при ее практическом применении можно получить систему оценочных показателей, отражающих состояние защищенности населения и территории городов от пожаров.

Комплексная оценка риска матричным методом, представленная в таблице 1 проводится путем суммирования полученных итоговых коэффициентов по каждому из строк $\sum_{i=1}^5 n(R_i)$. Таким образом, определяется интегральный коэффициент пожарного риска города.

Таблица 1 – Матрица оценки комплексного пожарного риска

| № | Наименование города | Пожарные риски | | | | | $\sum_{i=1}^5 n(R_i)$ |
|---|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| | | $R_1 \cdot 10^3$ | $R_2 \cdot 10^2$ | $R_3 \cdot 10^5$ | $R_4 \cdot 10^2$ | $R_5 \cdot 10^5$ | |
| 1 | N ₁ | R_i | R_i | R_i | R_i | R_i | $\sum R_{i1}$ |
| 2 | N ₂ | R_i | R_i | R_i | R_i | R_i | $\sum R_{i2}$ |
| 3 | N ₃ | R_i | R_i | R_i | R_i | R_i | $\sum R_{i3}$ |
| 4 | N ₄ | R_i | R_i | R_i | R_i | R_i | $\sum R_{i4}$ |
| 5 | N ₅ | R_i | R_i | R_i | R_i | R_i | $\sum R_{i5}$ |
| 6 | N ₆ | R_i | R_i | R_i | R_i | R_i | $\sum R_{i6}$ |
| 7 | N _n | R_i | R_i | R_i | R_i | R_i | $\sum R_{in}$ |

В завершении делается вывод о пожарной обстановке в городах и проводится дополнительный анализ с целью разработки мер по ее улучшению (то есть по управлению пожарными рисками).

С помощью теории пожарных рисков [6], проведем исследования пожарной опасности некоторых городов мира.

Обстановку с пожарами в 15 городах мира представим в виде таблицы 2.

Таблица 2 - Основные пожарные риски в городах мира в 2016 г.

| № | Наименование города | Пожарные риски | | | | |
|----|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | $R_1 \cdot 10^3$ | $R_2 \cdot 10^2$ | $R_3 \cdot 10^5$ | $R_4 \cdot 10^2$ | $R_5 \cdot 10^5$ |
| 1 | Токио | 0,4 | 2,3 | 0,9 | 16,3 | 6,3 |
| 2 | Москва | 0,6 | 2,9 | 1,8 | 6,5 | 4,1 |
| 3 | Гонконг | 0,9 | 0,2 | 0,2 | 4,4 | 4,2 |
| 4 | Париж | 2,2 | 0,3 | 0,6 | 10,1 | 22,2 |
| 5 | Минск | 2,1 | 1 | 2,1 | 1,8 | 3,8 |
| 6 | Бухарест | 1 | 0,7 | 0,7 | 3 | 3 |
| 7 | Будапешт | 2,1 | 0,5 | 1 | 6,1 | 12,6 |
| 8 | Алматы | 0,7 | 1,9 | 1,3 | 4 | 10,3 |
| 9 | Прага | 1,9 | 0,3 | 0,5 | 5,8 | 10,8 |
| 10 | Загреб | 2 | 0,3 | 0,5 | 1,9 | 3,7 |
| 11 | Астана | 1,3 | 2,4 | 3,1 | 7,4 | 7,4 |
| 12 | Рига | 4 | 0,5 | 1,9 | 5,1 | 20,5 |
| 13 | Хельсинки | 1,5 | 0,8 | 1,2 | 5,3 | 8,1 |
| 14 | Таллинн | 3,5 | 0,5 | 1,8 | 2 | 7,1 |
| 15 | Любляна | 2,6 | 0,3 | 0,7 | 3,6 | 9,2 |
| | Итого | 1,4 | 0,6 | 0,9 | 3,7 | 5,3 |

Для получения более детализированной информации о пожарной безопасности, рассчитаем комплексный показатель городов.

Результаты расчета представлены в таблице 3 и на рисунке 2.

Таблица 3 – Матрица оценки комплексного пожарного риска в городах мира

| № | Наименование города | Пожарные риски | | | | | $\sum_{i=1}^5 n(R_i)$ |
|---|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| | | $R_1 \cdot 10^3$ | $R_2 \cdot 10^2$ | $R_3 \cdot 10^5$ | $R_4 \cdot 10^2$ | $R_5 \cdot 10^5$ | |
| 1 | Токио | 1 | 8 | 6 | 15 | 6 | 36 |
| 2 | Москва | 2 | 10 | 10 | 12 | 4 | 38 |
| 3 | Гонконг | 4 | 1 | 1 | 7 | 5 | 18 |
| 4 | Париж | 12 | 2 | 3 | 14 | 15 | 46 |
| 5 | Минск | 10 | 6 | 12 | 1 | 3 | 35 |
| 6 | Бухарест | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 18 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | |
|----|-----------|----|---|----|----|----|----|
| 7 | Будапешт | 11 | 3 | 7 | 11 | 13 | 45 |
| 8 | Алматы | 3 | 7 | 9 | 6 | 11 | 36 |
| 9 | Прага | 8 | 2 | 2 | 10 | 12 | 34 |
| 10 | Загреб | 9 | 2 | 2 | 2 | 2 | 17 |
| 11 | Астана | 6 | 9 | 13 | 13 | 8 | 49 |
| 12 | Рига | 15 | 3 | 11 | 8 | 14 | 51 |
| 13 | Хельсинки | 7 | 5 | 8 | 9 | 9 | 38 |
| 14 | Таллинн | 14 | 3 | 10 | 3 | 7 | 37 |
| 15 | Любляна | 13 | 2 | 5 | 5 | 10 | 35 |

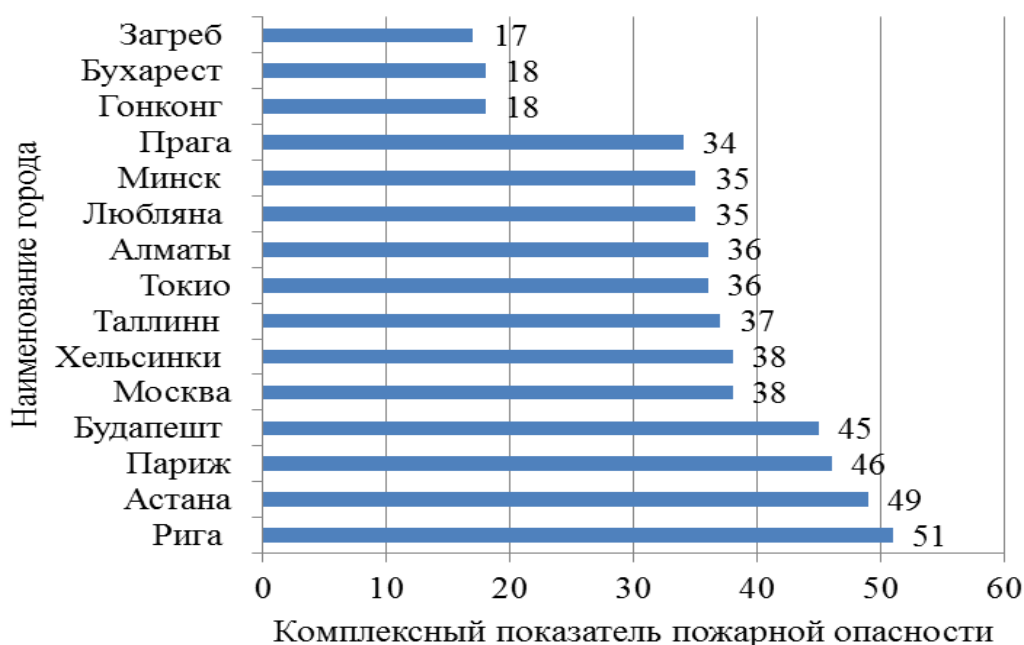


Рисунок 2 - Значения комплексного показателя пожарной опасности городов (2012 г.)

Из таблицы 3 и рисунка 2 видно, что наихудшая пожарная обстановка в 2016 г. сложилась в городах Рига (51), Астана (49), Париж (46), Будапешт (45), наилучшая в Загребе (17), Бухаресте (18) и Гонконге (18).

Вывод. Комплексная оценка интегрального пожарного риска индексным методом является одной из важнейших логичных составляющих организованного процесса обеспечения пожарной безопасности, поэтому она обязана быть интегрированной в данный процесс. Оценка с применением матричного метода позволит уполномоченному органу в области пожарной безопасности принимать соответствующие управленческие решения по минимизации пожарного риска, имея на вооружении научное обоснование.

Список литературы

1. Сироткин В.А. Матричный подход к оценке рисков муниципального образования // Имущественные отношения в Российской Федерации. - М.: Международная академия оценки и консалтинга. - 2013. - № 6. - С. 33-41.
2. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Комплексный подход к оценке риска чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. - М.: Академия ГПС МЧС России. - 2017. - № 1. - С. 61–64.
3. Кусаинов А.Б. Оценка комплексного показателя пожарной опасности городов Республики Казахстан // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение и ликвидация. - М.: Академия ГПС МЧС России. - 2016. - № 4. - С. 80-82.
4. Брушлинский Н.Н., Иванов О.В., Клепко Е.А., Соколов С.В. Пожарные риски (основы теории): Монография. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. - 65 с.
5. Сироткин В.А. Принцип таксономии при классификации рисков воспроизводства недвижимости // Имущественные отношения в Российской Федерации. - 2011. - № 2. - С. 24-30.
6. Брушлинский Н.Н. Основы теории пожарных рисков и ее приложение / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, Е.А. Клепко. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. - 82 с.

А.Б. Құсайынов

Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК Көкшетау техникалық институты

ИНТЕГРАЛДЫ ӨРТ ҚАУІП-ҚАТЕРЛЕРІН БАҒАЛАУДЫҢ МАТРИЦАЛЫҚ ӘДІСІ

Қазақстан Республикасында өрттен қорғану мақсатында өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ететін мемлекеттік жүйе құрылды. Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ететін жүйе қызметі тиімділігін арттыру ұлттық қауіпсіздік саласындағы мемлекеттік саясаттың негізгі міндеттерінің бірі болып табылады. Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету жүйесін басқару тиімділігін арттыруға кедергі болатын бірқатар мәселелер бар. Автор басқару тиімділігін арттыру үшін матрицалық әдісті төтенше жағдайлардың интегралды қауіп-қатерлерін анықтауға индекстік әдісті қолдануды ұсынады.

Түйін сөздер: өрт қауіпсіздігі, өрт қауіп-қатерін бағалау, интегралды өрт қауіп-қатерлері, матрицалық әдіс.

A.B. Kussainov

Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan

MATRIX METHOD OF EVALUATION OF THE INTEGRAL FIRE RISKS

In order to protect against fires in the Republic of Kazakhstan, a state system for ensuring fire safety has been established. Increasing the effectiveness of the fire safety system is one of the main tasks of the state policy in the field of national security. However, there are a number of problematic issues that hamper the effectiveness of fire safety management. To increase management effectiveness, the author proposes to use the matrix approach to the definition of integral risks of emergency situations using the index method.

Keywords: fire safety, fire risk assessment, integral fire risks, index, matrix method.

*А.А. Абдрахманов, М.А. Мендыбаев
С.Б. Арифджанов, кандидат технических наук
Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА

В статье рассмотрены теоретические основы оценки риска, современные подходы математического описания оценки. Установлены обобщённые группы ущерба от чрезвычайных ситуаций и их зависимости от времени и тяжести чрезвычайной ситуации. Предложен подход получения исходных данных для оценки риска на базе методов теории возможностей.

Ключевые слова: оценка риска, управление рисками, теория вероятностей, теория возможностей.

В настоящее время под риском в большинстве случаев понимается возможная (вероятная) опасность потерь (ущербов), обусловленная спецификой тех или иных явлений природы и видов деятельности человеческого общества [1].

Человек разумный стал, по-видимому, оценивать риск еще на низших ступенях своего развития, с осознанием чувства страха перед смертью и природными катастрофическими явлениями. С появлением товарно-денежных отношений риск становится экономической категорией и приобретает большое значение (соответственно совершенствуются и методы его оценки) в вопросах финансов и страхования, где риском стали управлять, т.е. прогнозировать развитие рискованных событий и принимать меры к снижению степени риска [2].

Анализируя различные определения риска [1, 2], следует отметить, что они включают множество других понятий, ключевыми из которых являются *опасность* и *ущерб*, которые, в свою очередь, вовлекают совокупность дополнительных понятий и сопутствующих им определений.

Таким образом, риск, являясь наиболее емким интегрирующим понятием, фактически служит мерой осознаваемой человеком опасности в его жизни и деятельности [3].

Опасность, являясь основной посылкой при рассмотрении проблем безопасности, обычно рассматривается как объективно существующая возможность негативного воздействия на общество, личность, природную среду, в результате которого им может быть причинен какой-либо ущерб, вред, ухудшающий состояние, придающий их развитию нежелательные динамику или параметры (темпы, формы и т.д.) [4]. Опасность техногенного характера имеет несколько другое толкование и рассматривается как состояние, внутренне присущее технической системе, промышленному или транспортному объекту, реализуемое в виде поражающих воздействий источника техногенной

чрезвычайной ситуации на человека и окружающую среду при его возникновении, либо в виде прямого или косвенного ущерба для человека и окружающей среды в процессе нормальной эксплуатации этих объектов [1].

В общем случае последствия чрезвычайных ситуаций и аварий можно разделить на три группы ущерба [5, 6]:

- 1) причинение ущерба жизни и здоровью людей;
- 2) экономические ущербы (во-первых, из-за повреждения сооружений или конструкций, во-вторых, косвенные убытки из-за выхода их из эксплуатации и остановки производства);
- 3) ущерб и неблагоприятные последствия для окружающей среды и культурных ценностей.

При рассмотрении социальных, экономических и экологических сторон тяжелой аварии или катастрофы целесообразно оперировать понятиями прямого, косвенного и полного ущерба.

Для оценки степени опасности важны не только частота (или вероятность) ее появления, но и тяжесть последствий для индивидуума, общества или окружающей среды [1].

Чтобы сделать эту оценку количественной, в настоящее время риск R , определяется как произведение вероятности P неблагоприятного события (аварии, катастрофы и т.д.) и ожидаемого ущерба U [3] в результате этого события:

$$R = P \cdot U, \quad (1)$$

$$\text{Или } R = \sum_i P_i \cdot U_i \quad (2)$$

если может иметь место несколько (i) неблагоприятных событий с различными вероятностями P_i и соответствующими им ущербами U_i .

Следуя логике определения риска по формуле (2), можно записать выражение для риска в виде интеграла по всем последствиям отказа:

$$R = \int C(U) \cdot P(U) dU, \quad (3)$$

где $C(U)$ - весовая функция (обычно назначаемая экспертным путем), с помощью которой последствия различной природы приводятся к единой (например, стоимостной) оценке ущерба.

В такой формулировке риск фактически определяется, как математическое ожидание ущерба, рассматриваемого в виде случайной величины (U_i - ее возможные значения, P_i - соответствующие им вероятности).

Таким образом, один и тот же риск может быть вызван или высокой вероятностью отказа с незначительными последствиями (отказ какой-либо

системы автомобиля), или ограниченной вероятностью отказа с высоким уровнем ущерба (отказ системы на АЭС).

При анализе опасностей для населения и окружающей среды используют риск, отнесенный к единице времени t , при этом за единицу времени чаще всего принимают год [3].

Приведенные выше математические определения риска, хотя в основном согласуются с интуитивным понятием риска, теряют элемент случайности (математическое ожидание случайной величины - величина не случайная, а детерминированная) и обладают рядом всех недостатков, характерных для точечных оценок случайных величин. Поэтому учет факторов неопределенности при таком рассмотрении риска имеет принципиальное значение.

Несмотря на отмеченную ограниченность процедуры определения риска по соотношениям (1) и (2), такая свертка двух величин, характеризующих риск, в одну является весьма продуктивной, так как позволяет упростить процедуру оценки риска, разделив ее на два этапа, имеющих во многих случаях самостоятельное значение:

- определение вероятностей (или интенсивностей) неблагоприятных исходов P_i ;
- определение ущербов U_i при соответствующих неблагоприятных исходах.

Чрезвычайные ситуации в зависимости от характера возникновения вызывают, как правило, последствия различных групп. В этих случаях требуется привлечение единой меры ущерба последствий (например, стоимостной) или подходящих весовых функций, которые сводят различные последствия к единому базису. При более сложных структурах событий и ущербов приведенные выше формулы для вычисления риска могут усложняться. Расчет риска $R(t)$ можно ввести как сумму (соответственно иногда его называют суммарным риском) по всем последствиям неблагоприятного события, используя следующие выражения:

$$R(t) = Uu(t) + Uч(t), \quad (4)$$

где $Uu(t)$ - суммарный ежегодный имущественный ущерб (тг./год) вследствие воздействия поражающих факторов, возникающих в результате штатного функционирования опасных объектов и при авариях, а также в чрезвычайных ситуациях и при катастрофах;

$Uч(t)$ - суммарный ежегодный ущерб (тг./год), обусловленный потерей здоровья (включая и смертельные случаи) вследствие воздействия поражающих факторов, возникающих в результате штатного функционирования и при авариях, а также в чрезвычайных ситуациях и при катастрофах.

где: t - время.

В свою очередь:

$$Uu(t) = \sum_{i=1, j=1}^{n, m} P_{ij}^u(t) \cdot U_{ij}^u(t) \quad (5)$$

$$Uч(t) = \sum_{i=1, j=1}^{n, m} P_{ij}^ч(t) \cdot U_{ij}^ч(t) , \quad (6)$$

где $P_{ij}^u(t)$ - вероятность (частота) возникновения j -го имущественного ущерба от i -го поражающего фактора, 1/год;

$U_{ij}^u(t)$ - величина j -го имущественного ущерба от i -го поражающего фактора, тг.;

$P_{ij}^ч(t)$ - вероятность (частота) возникновения j -го типа поражения человека от i -го поражающего фактора, 1/год;

$U_{ij}^ч(t)$ - величина потерь, обусловленных j -ым типом поражения человека от i -го поражающего фактора, тг.

При этом предполагается, что $P_{ij}^u(t)$ и $U_{ij}^u(t)$ включают как вероятность возникновения самого поражающего фактора, так и вероятность наступления соответствующего ущерба [7].

Таким образом, вероятностная оценка риска за прошедшие десятилетия утвердилась как один из основных аналитических методов идентификации и анализа риска, используемых на этапах от разработки до сборки систем. Успешный опыт применения данного метода в менеджменте риска был получен во многих отраслях промышленности, включая космическую, энергетическую, нефтехимическую промышленность, а также в сфере обеспечения безопасности [2]. Вместе с тем применение вероятностных и статистических подходов к проблеме риска встречает серьезные технические и социально-психологические препятствия, обусловленные особенностями развития неблагоприятной обстановки в зоне ЧС характеризующуюся неопределенностью, зачастую противоречивостью, а в отдельных случаях и отсутствием информации [8].

Трудности заключаются в получении достоверных статистических данных, необходимых для расчетных моделей. Эти трудности перерастают в проблему, когда речь идет о безопасности высоконадежных систем и приемлемые значения риска требуют применения методов экстраполяции результатов в область редких значений вероятности P .

Ситуация отягощается объективными и субъективными факторами в отношении вероятностно-статистических оценок безопасности, среди которых можно выделить следующие:

– плохое знание инженерами теории вероятностей и математической статистики;

– неприятие специалистами и ответственными лицами, принимающими решения, факторов неопределенности (т.е. нежелание рисковать, особенно в условиях рыночной экономики);

– недоверие и настороженность общественного мнения к использованию вероятностных характеристик, когда речь идет о жизни людей и сохранении окружающей среды.

Тем не менее, необходимость учета вероятности, случайности и неопределенности при рассмотрении техногенного риска признается не только специалистами в этой области, но и работниками государственных структур. Примером тому служат многочисленные публикации на данную тему и нормативные документы по промышленной безопасности, в той или иной мере учитывающие вероятностные методы и подходы.

Одним из путей решения получения статистических данных является применения методов теории возможностей. Вариант с применением методов существенно лучше, чем теория вероятностей, приспособлен для моделирования упомянутых выше, в том числе стохастических объектов [9].

Вместе с тем, хотя возможность не имеет событийно частотной интерпретации, свойственной вероятности и связывающей ее с экспериментом, тем не менее, теория возможностей позволяет математически моделировать реальность на основе опытных фактов, знаний, гипотез и суждений исследователей. Проверять адекватность построенных моделей и на их основе оптимально оценивать характеристики изучаемых процессов явлений.

Список литературы

1. Жиреншин О. Төтенше жағдайлар және азаматтық қорғаныс: Энциклопедиялық анақтамалық / Қазақша – орысша, орысша – қазақша / Бас ред. Б.Ө.Жақып. – Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2011. – 640 б.

2. Тэпман Л.Н. Риски в экономике. - М.: Юнити-Дана, 2002. - 380 с.

3. Махутов Н.А. Безопасность России. Анализ риска и проблем безопасности. Часть I. Основы анализа и регулирования безопасности / научный рук. издания чл.-корр. РАН Махутов Н.А. - М.: МГОФ "Знание", 2006 - 583 с.

4. Иванов Б.С. Жизнь человека и аксиома опасности. Монография. - М.: МГИУ, 2010. - 355 с.

5. Постановление Правительства Республики Казахстан. Об утверждении Правил возмещения вреда (ущерб), причиненного пострадавшим, вследствие чрезвычайных ситуаций природного характера: утв. 19 декабря 2014 года, № 1358.

6. Касымов Д. Вопросы возмещения ущерба (вреда), причиненного окружающей среде. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://www.zakon.kz/4782039-voprosy-vozmeshhenija-ushherba-vreda.html>. дата обращения 11.01.2018 г., свободный. – Загл. с экрана.

7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Наука, 1969. - 576 с.

8. Арифджанов С.Б., Добров А.В. Сценарно-логико-возможностная оценка структурной устойчивости оперативной дежурной смены центра управления в кризисных ситуациях Комитета по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. - 2017. - № 1. - С. 23.

9. Язенин А.В. Основные понятия теории возможностей: математический аппарат для применения в условиях гибридной неопределенности. - М.: Физматлит, 2016. - 144 с.

*A.A. Abdrakhmanov, M.A. Medybayev, S.B. Arifdjanov
Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

ТӘУЕКЕЛДІК ДІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ АНЫҚТАМАСЫ

Мақалада тәуекелдік бағалаудың теориялық негізделі мен бағалаудың математикалық сипатталуының заманауі әдістері қарастырылған. Төтенше жағдайдың болатын зардаптың жалпыланған топтары мен олардың уақыты мен ауырлығына байланысы анықталған, ықтималдықтар теориясы әдістерінің базасында тәуекелдік бағалау үшін қажетті бастапқы мәліметтерді алу жолы ұсынылған.

Түйін сөздер: тәуекелдік бағалау, тәуекелдерді басқару, мүмкіндіктер теориясы, ықтималдықтар теориясы.

*A.A. Abdrakhmanov, M.A. Mendybayev, S.B. Arifjanov
Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan*

MATHEMATICAL DEFINITION OF RISK

The article considers theoretical bases of risk assessment, modern approaches of mathematical description of estimation. Generalized groups of damage from emergencies and their dependence on the time and severity of an emergency situation were established. An approach is proposed for obtaining initial data for risk assessment on the basis of methods of the theory of possibilities.

Keywords: risk assessment, risk management, theory of probability, theory of possibilities.

Р.Е. Сакенов

Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

АНАЛИЗ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В данной статье проведен анализ и оценка пожарных рисков для Республики Казахстан. Оценка пожарных рисков позволяет наглядно посмотреть на обстановку с пожарами и их последствия. Полученные результаты могут быть полезны для обоснования управленческих решений в сфере гражданской защиты.

Ключевые слова: пожар, пожарный риск, оценка пожарного риска, пожарная безопасность.

Обеспечение безопасности населения от различных угрожающих факторов, в том числе и от пожаров, является одной из основных задач государства. Важным показателем пожарной безопасности является число пожаров и их социально-экономические последствия [1]. Данные показатели являются исходными данными для количественной оценки обстановки с пожарами в республике.

Ежегодно в Республике Казахстан происходит более 13000 пожаров, в результате которых погибает до 500 человек и около 500 получают травмы различной степени тяжести (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Статистические данные по количеству населения [3], пожаров (производственных и бытовых) и их последствий в Республике Казахстан за 2012-2016 годы

| Год | Значение количественного показателя | | | | |
|------|-------------------------------------|----------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | Население, человек | Пожары, единиц | Погибшие, человек | Пострадавшие, человек | Ущерб, тыс. тенге |
| 2012 | 16911911 | 16904 | 521 | 599 | 5615677 |
| 2013 | 17165239 | 13926 | 455 | 579 | 4902801 |
| 2014 | 17417447 | 15126 | 404 | 619 | 3219958 |
| 2015 | 17670957 | 15065 | 390 | 581 | 4117839 |
| 2016 | 17918214 | 14528 | 372 | 574 | 3288977 |

Из таблицы 1 видно, что численность населения в Республике Казахстан в последние годы значительно увеличилась, а количество пожаров и их последствий имеет динамику снижения.

В целях определения подверженности территории республики негативным последствиям производственных и бытовых пожаров проведем оценку риска за рассматриваемый период.

Для оценки пожарного риска используем методику предложенную профессором Брушлинским Н.Н. и его учениками [4]:

- риск R_1 – число пожаров, приходящихся в год на одного человека,

$$R_1 = \frac{N_{\text{пож}}}{Q_{\text{насел}}} \left[\frac{\text{пож}}{10^3 \text{ чел.год}} \right] \quad (1)$$

где: $N_{\text{пож}}$ – количество пожаров,

$Q_{\text{насел}}$ – общее количество населения.

- риск R_2 – число погибших при пожарах,

$$R_2 = \frac{Q_{\text{жертв}}}{N_{\text{пож}}} \left[\frac{\text{жертв}}{100 \text{ пож}} \right] \quad (2)$$

где: $Q_{\text{жертв}}$ – количество погибших при пожарах.

- риск R_3 – число людей, погибающих от пожаров за год, в расчете на одного человека,

$$R_3 = \frac{N_{\text{жертв}}}{Q_{\text{насел}}} \left[\frac{\text{жертв}}{100^5 \text{ чел.год}} \right] \quad (3)$$

где: $N_{\text{жертв}}$ – количество погибших при пожарах.

- риск R_4 – число пострадавших от пожаров,

$$R_4 = \frac{N_{\text{постр}}}{Q_{\text{насел}}} \left[\frac{\text{постр}}{10^5 \text{ чел.год}} \right] \quad (4)$$

где: $N_{\text{постр}}$ – количество пострадавших при пожарах.

- риск R_5 – число людей, пострадавших от пожаров за год, в расчете на одного человека,

$$R_5 = \frac{Q_{\text{постр}}}{N_{\text{пож}}} \left[\frac{\text{постр}}{100 \text{ пож}} \right] \quad (5)$$

где: $Q_{\text{постр}}$ – количество пострадавших при пожарах.

- риск R_6 – экономический ущерб от пожаров, в расчете на один пожар,

$$R_6 = \frac{\text{млн.тг}}{N_{\text{пож}}} \quad (6)$$

Используя статистические данные в таблице 1 и приведенную методику, проведена оценка группы пожарных рисков в Республике Казахстан с 2012 по 2016 годы. Результаты оценки пожарного риска представлены в таблице 2 и на рисунках 1-2.

Таблица 2 – Пожарные риски в Республике Казахстан в период с 2012 по 2016 годы

| Год | Значения риска ЧС | | | | | |
|------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₅ | R ₆ |
| 2012 | 0,99 | 3,08 | 3,08 | 3,54 | 3,54 | 0,33 |
| 2013 | 0,81 | 3,27 | 2,65 | 3,37 | 4,16 | 0,35 |
| 2014 | 0,87 | 2,67 | 2,32 | 3,55 | 4,09 | 0,22 |
| 2015 | 0,85 | 2,59 | 2,21 | 3,29 | 3,86 | 0,27 |
| 2016 | 0,81 | 2,56 | 2,08 | 3,2 | 3,95 | 0,23 |

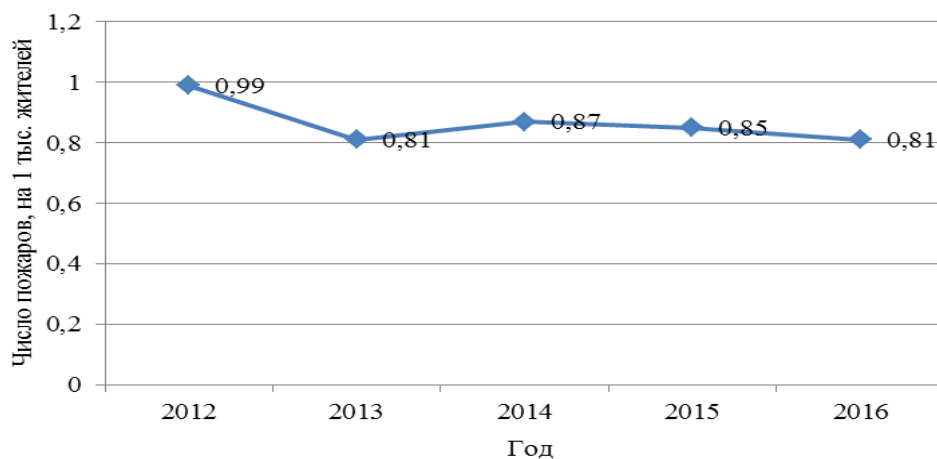


Рисунок 1 - Число пожаров, приходящихся в год на 1 тыс. жителей

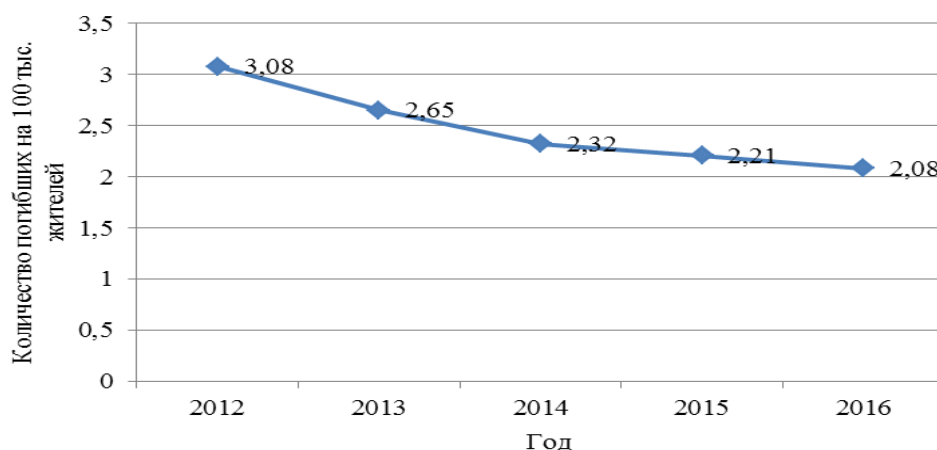


Рисунок 2 - Число людей, погибающих от пожаров за год, в расчете на 100 тыс. жителей

Из таблицы 2 и рисунков 1-2 следует, что на территории Республики Казахстан идет снижение количественных показателей, входящих в оценку пожарного риска. Согласно полученным данным, в республике на 1 тыс. жителей происходит около 0,8 пожаров, при 100 пожарах в среднем погибает 3 человека и столько же получают различные травмы, на 100 тыс. человек приходится 3 погибших и 4 пострадавших.

Полученные показатели являются высокими, в сравнении со странами северной Америки [5], и требуют дальнейшего снижения, в связи с чем уполномоченному органу в сфере гражданской защиты необходимо продолжать планомерную профилактическую работу по минимизации пожарного риска.

Список литературы

1. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году: Статистический сборник / Под общей редакцией В.И. Климкина. - М.: ВНИИПО, 2011. - 140 с.
2. Сайт Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.emer.gov.kz>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Сайт Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.stat.gov.kz>, свободный. - Загл. с экрана.
4. Брушлинский Н.Н., Иванов О.В., Клепко Е.А., Соколов С.В. Пожарные риски (основы теории): Монография. - М.: Академия МЧС России, 2015. - 65 с.
5. Брушлинский Н.Н., Шебеко Ю.Н. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование. - М.: ФГУ ВНИИПО, 2007. - 47 с.

Р.Е. Сакенов

Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ӨРТ ҚАУІП-ҚАТЕРІНІҢ ТАЛДАУЫ

Бұл мақалада Қазақстан Республикасы үшін өрт қауіп-қатерін бағалау мен талдау жүргізілген. Өрт қауіптерін бағалау өрт пен олардың нәтижелерінің жағдайын анық көруге көмектеседі. Алынған нәтижелерді азаматтық қорғау саласындағы басқару шешімдерді негіздеуде пайдалануға болады.

Түйін сөздер: өрт, өрт қауіп-қатері, өрт қауіп-қатерін бағалау, өрт қауіпсіздігі.

R.E. Sakenov

Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan

ANALYSIS OF FIRE RISK OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

This article discusses analysis and assessment of fire risk for the Republic of Kazakhstan. Assessment of fire risks allows to visually look at the situation with fires and their consequences. The results obtained can be useful for justifying management decisions in the field of civil protection.

Keywords: fire, fire risk, assessment of fire risk, fire safety.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 614.8+519.2

Azamat_k84@mail.ru

В.В. Терехнев¹, кандидат технических наук, доцент, С.В. Фроленков¹

С.Д. Шарипханов², доктор технических наук, А.Н. Кусаинов²

¹Академия ГПС МЧС России, г. Москва

²Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НА СТАДИИ «ПОЖАР ЛОКАЛИЗОВАН»

В статье показаны основные направления управленческих функций и оперативно-тактических действий после наступления стадии «Пожар локализован». Приведены причины потерь и метод расчета удельного расхода огнетушащего вещества.

Ключевые слова: пожар локализован, активное горение, оценка обстановки, управленческие функции, оперативно-тактические действия, удельный расход, коэффициент поверхности горения, ликвидация пожара.

Оперативно-тактические действия пожарных подразделений – это организованное применение сил и средств пожарной охраны для выполнения задач по тушению пожара и аварийно-спасательным работам [1].

Как известно, боевые действия по тушению пожара начинаются с момента получения сообщения о пожаре и считаются законченными с момента восстановления боеготовности подразделения к тушению пожара и проведению аварийно-спасательных работ.

С точки зрения тактики, тушение пожара можно рассматривать как совокупность решений руководителя и оперативно-тактических действий пожарных подразделений.

Руководствуясь данными рассуждениями, рассмотрим временной отрезок после момента «пожар локализован», который продолжает первую стадию, локализацию пожара, на которой, в свою очередь, уже сосредоточено достаточное количество сил и средств и они правильно расставлены. Данная стадия условно делится на два периода:

- ликвидация активного (свободного) горения;
- ликвидация последствий пожара.

Начало и окончание периодов определяется руководителем тушения пожара (РТП), исходя из оценки обстановки.

При этом под ликвидацией активного (свободного) горения понимается промежуток времени, начинающийся от момента «пожар локализован» ($t_{ПЛ}$) до момента времени, когда свободное горение прекращено. ($t_{СП}$). Показано на рисунке 1.



Рисунок 1 - Стадия I «Ликвидация активного горения»

В этот период идет процесс подачи максимально возможного (не ниже расчетного) количества огнетушащих веществ. Принимаются другие меры, направленные на быстрейшую ликвидацию горения. К этому моменту времени жизни людей, животным ничего не угрожает. Пожар не распространяется.

Чем сложнее пожар, чем больше его площадь, тем продолжительней этот период. В этот период не предусматривается вызов дополнительных сил и средств, если только для ускорения процесса ликвидации горения [1].

В этот период основные управленческие функции направлены на:

- сбор данных об обстановке на пожаре;
- контроль за выполнением поставленных задач, требований правил охраны труда;
- ведение оперативно-служебной документации;
- получение информации и производство докладов;
- организацию взаимодействия;
- ресурсное и бытовое обеспечение участников тушения пожара [2].

Оперативно-тактические действия рассматриваемого периода направлены на:

- максимально-возможную подачу огнетушащих веществ,
- специальные работы (вскрытие и разборка конструкций, борьба с опасными факторами пожара);
- обеспечение безопасности участников тушения пожара.

Одно из главных условий ликвидации горения на пожаре является превышение фактического удельного расхода огнетушащих веществ над требуемым. Приведено в формуле 1.

$$q_{уд}^{\phi} \geq q_{уд}^{тр} , \quad (1)$$

Масса (объем) огнетушащего вещества на расчетный параметр пожара, поданного за все время тушения, называется **фактическим удельным расходом** и определяется по формуле:

$$q_{уд}^{\phi} = \frac{W_{ОВ}}{П_T}, \quad (2)$$

где $W_{ОВ}$ - масса (объем) огнетушащего вещества, поданного за время тушения, л, м³; кг;

$q_{уд}$ - удельный расход, л/м²; л/м³; кг/м³; м³/ м², м³/ м³;

$П_T$ - величина расчетного параметра пожара.

Удельный расход огнетушащих веществ является одним из основных параметров тушения пожаров. Он зависит от физико-химических свойств пожарной нагрузки и огнетушащих веществ, коэффициента поверхности горения, потерь огнетушащих веществ в процессе подачи их в зону горения и нахождения в ней.

Фактический удельный расход огнетушащего вещества в некоторой степени позволяет оценить деятельность лиц, принимающих решение на тушение пожара, и подразделений в сравнении с подобными по виду и классу пожарами. Снижение удельного расхода служит одним из показателей успешного тушения пожара.

Фактический удельный расход огнетушащих веществ $q_{уд}^{\phi}$ представляет собой сумму необходимого удельного расхода q_H и его потерь:

$$q_{уд}^{\phi} = q_{уд}^H + q_{уд}^{ном}, \quad (3)$$

Количество огнетушащего вещества, необходимого для прекращения горения на расчетном параметре пожара, при условии, что оно полностью расходуется на прекращение горения ($= 0$), называется необходимым удельным расходом q_H .

На удельный расход влияет не только стадия развития пожара, свойства (природа) огнетушащего вещества, но и степень соприкосновения его с поверхностью горения.

В тех случаях, когда за расчетный параметр принимается площадь пожара, для более точного определения фактического удельного расхода вводится коэффициент поверхности горения $K_{ПГ}$ [2]:

$$q_{уд}^{\phi} = K_{ПГ} (q_{уд}^H + q_{уд}^{ном}), \quad (4)$$

Коэффициент поверхности горения для различных материалов пожарной нагрузки не одинаков. Следовательно, с увеличением коэффициента поверхности горения увеличивается и удельный расход огнетушащих веществ.

Кроме того, в реальных условиях процесс прекращения горения сопровождается сравнительно большими потерями огнетушащих веществ, вследствие их разрушения и по другим причинам. Отношение фактического

удельного расхода $q_{уд}^{\phi}$ огнетушащего вещества к необходимому $q_{н}$ называется коэффициентом потерь ($K_{пот}$):

$$K_{пот} = \frac{q_{уд}^{\phi}}{q_{уд}^н}, \quad (5)$$

Практика показывает, что причинами потерь огнетушащих веществ могут быть следующие условия:

- отсутствие видимости зоны горения из-за задымления;
- воздействия высокой температуры, как на огнетушащее вещество, так и на ствольщика, который не может приблизиться к зоне горения на необходимое для эффективной работы расстояние;
- отклонение струй огнетушащих веществ газовыми потоками или ветром, а также наличие в зоне горения скрытых поверхностей горючего материала от воздействия огнетушащего средства.

Кроме того, потери огнетушащих веществ зависят от опыта работы ствольщика, вида и технического уровня средств подачи, оснащённости пожарных подразделений и др. [3].

Если подойти к определению $q_{уд}^н$ с позиции теплового баланса на внутреннем пожаре и принять, что за время свободного развития пожара выгорает примерно до 50% пожарной нагрузки (в перерасчете на древесину), то численное значение необходимого удельного расхода воды на охлаждение пожарной нагрузки, конструктивных элементов здания и нагретых газов составит 80-160 л/м². В зависимости от вида сгораемых веществ и материалов на пожаре данный расход изменяться.

После ликвидации активного (свободного) горения по решению РТП наступает второй период – *ликвидация последствия пожара* – промежуток времени, начинающийся от момента прекращения активного (свободного) горения до момента полного горение прекращено ($t_{ПГП}$) и завершения проведения аварийно-спасательных работ и других неотложных работ, связанных с ликвидацией пожара [4].

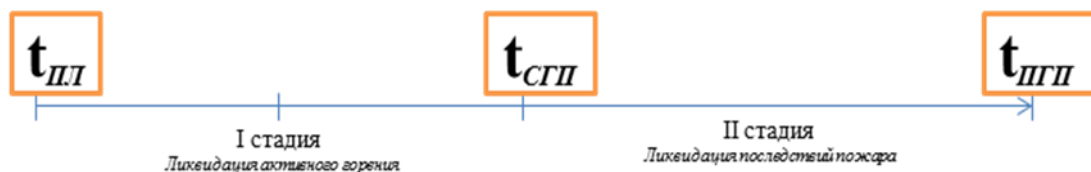


Рисунок 2 - Общая детализация временного промежутка от момента локализации до момента ликвидации пожара

В этот период управленческие функции следующие:

- принятие решения на свертывание сил и средств и взаимодействующих служб;
- контроль за учетом сил и средств;
- осмотр места пожара;
- принятие мер по сохранению вещественных доказательств;
- получение информации осуществление докладов;
- оформление оперативно-служебных документов (акты, рапорт, сведения о проделанной работе, рапорт (сведение) о погибших и пострадавших на пожаре).

Оперативно-тактические действия следующие:

- разборка конструкций и завалов с целью отыскания очагов горения;
- проливка мест горения;
- свертывание сил и средств;
- заправка емкостей мобильных средств пожаротушения огнетушащими веществами;
- подготовка пожарной техники к отбытию к месту постоянной дислокации;
- следование подразделений к местам постоянной дислокации;
- подготовка и постановка пожарной техники в расчет.

В процессе тушения пожара проводятся мероприятия по определению возможного очага пожара и его причины. Определяется необходимость оставления подразделения (расчета, отделения) на месте пожара с целью принятия мер по ликвидации возможного повторного загорания или устранению причин или других факторов, сопутствующих пожару. Исходя из вышеизложенного следует, что «Пожар ликвидирован» – это момент тушения пожара, на котором горение прекращено и устранены условия для его самопроизвольного возникновения [5].

Таким образом, ликвидация пожара разбивается на две стадии: ликвидация активного горения и ликвидация последствий пожара, при этом основным фактором ликвидации активного горения является создание удельного расхода не менее требуемого количества. Данный параметр в некоторой степени позволяет оценить деятельность лиц, принимающих решение по тушению пожара. Соответственно снижение удельного расхода служит одним из показателей успешного тушения пожара, как результат принятым управленческим функциям и оперативно-тактическим действиям.

Список литературы

1. Терещнев В.В., Грачев В.А. Пожарная тактика: учебник. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. - 268 с.
2. Терещнев В.В. Пожарно-тактические расчеты. - Екатеринбург: Калан, 2017. - 406 с.

3. Терехнев В.В. Пожарная тактика. Книга 3. Расчет параметров пожаротушения. - Екатеринбург: Калан, 2016. - 444 с.

4. Терехнев В.В., Тараканов Д.В., Грачев В.А., Служев В.И., Смирнов В.А., Терехнев А.В. Оперативно-тактические задачи. Часть 2 (Методика, примеры, задания) – Екатеринбург: Калан, 2010. - 356 с.

5. Об утверждении Правил организации тушения пожаров: утв. Приказом Министра внутренних дел Республики Казахстан от 26 июня 2017 года, № 446.

В.В. Терехнев¹, С.В. Фроленков¹, С.Д. Шарипханов², А.Н. Құсайынов²

¹Мәскеу қ., Ресей ТЖМ МӨҚК Академиясы

²Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты

«ӨРТ ОҚШАУЛАНДЫ» САТЫСЫНДАҒЫ ӨРТКЕ ҚАРСЫ ҚЫЗМЕТ БӨЛІМШЕЛЕРІНІҢ ЖЕДЕЛ-ТАКТИКАЛЫҚ ІС-ӘРЕКЕТТЕРІНІҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ ТИІМДІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУ

Мақалада «Өрт оқшауланды» сатысына жеткеннен кейінгі жедел тактикалық іс-әрекеттер мен негізгі басқарушылық функциялары көрсетілген. Келтірілген шығындардың себептері мен өрт сөндіргіш заттардың үлестік шығынын есептеу әдісі көрсетілген.

Түйін сөздер: өрт оқшауланды, белсенді жану, жағдайды бағалау, басқару функциялары, жедел тактикалық іс-әрекеттер, үлестік шығын, беттік жанудың коэффициенті, өртті жою.

V.V. Terebnev¹, S.V. Frolenkov¹, S.D. Sharipkhanov², A.N. Kussainov²

¹State Fire Service Academy of EMERCOM of Russia, Moscow

²Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan

INCREASE OF EFFICIENCY OF TACTICAL ACTIONS OF FIRE DEPARTMENTS AT THE STAGE "THE FIRE IS LOCALIZED"

The article deals with the main managerial functions, tactical actions at the stage «the fire is localized». The loss causes and the method of calculating the specific consumption of the extinguishing agent are given.

Keywords: the fire is localized, active burning, the assessment of the situation, managerial function, tactical actions, specific consumption, the coefficient of surface burning, fire elimination.

М.М. Альменбаев¹, кандидат технических наук

А.Б. Сивенков², доктор технических наук

¹Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

²Академия ГПС МЧС России, г. Москва

ДЫМООБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ТОКСИЧНОСТЬ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ С ЛАКОКРАСОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Представлены результаты экспериментальной оценки влияния различных видов лакокрасочных покрытий на дымообразующую способность и токсичность продуктов горения древесины. Установлено, что химическая природа лакокрасочных систем в значительной мере влияет на пожарную опасность древесины в частности, на показатели дымообразующей способности и токсичности продуктов горения. Результаты, полученные в работе, позволяют выбрать наиболее эффективные подходы и решения по снижению пожарной опасности деревянных конструкций с лаками и красками, а также обеспечить их пожаробезопасное применение в строительстве.

Ключевые слова: древесина, лакокрасочные материалы, пожарная опасность, дымообразующая способность, токсичность продуктов горения.

Древесина в качестве строительного материала широко применяется в строительстве. Этот важный природный строительный материал используется при строительстве объектов малоэтажного домостроения, а также в качестве отделочных и конструкционных элементов зданий и сооружений. Как правило, в большинстве случаев применение материалов и конструкций из древесины на объектах культуры сопровождается их внешней отделкой различными видами лакокрасочных покрытий (ЛКП).

На сегодняшний день индустрия лакокрасочных покрытий выпускает большое количество базовых рецептур лаков и красок, широко используемых в строительстве. В их числе, такие как нитроцеллюлозные, полиуретановые, алкидные, акриловые и другие лакокрасочные покрытия. По своему назначению они могут быть широко востребованы в области строительства для обеспечения атмосфероустойчивости, водостойкости, химической стойкости, термостойкости строительных материалов и конструкций. Однако лаки и краски не только придают защитные свойства древесине, но и могут повысить ее пожарную опасность, так как в составе ЛКП в большинстве случаев присутствуют такие компоненты как пластификаторы, растворители, отвердители, которые в значительной мере могут увеличивать дымообразование и выход токсичных продуктов горения древесного материала [1, 2].

В связи с вышеизложенным, нами была проведена экспериментальная оценка влияния лакокрасочных покрытий используемых для отделки

строительных деревянных элементов на дымообразующую способность и токсичность продуктов горения древесины.

Для исследования были выбраны отечественные и зарубежные ЛКП различные по своей химической природе. Все ЛКП наносились на поверхность древесины с установленными толщинами и расходами. Характеристики исследуемых ЛКП представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики исследуемых лакокрасочных систем для древесины

| № п/п | Наименование лакокрасочной системы | Химическая основа лакокрасочной системы | Общий расход, г/м ² | Условная вязкость, с. | Толщина сухой пленки, мкм |
|-------|--|--|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1 | Sikkens CetolF7 | Алкидная основа | 83 | 67 | 75 |
| 2 | Sikkens Cetol THB | Алкидная основа с водоотталкивающими добавками | 101 | 33 | 52 |
| 3 | Sikkens Cetol WP (грунтовка) Sikkens CetolF7 | Алкидная основа с водоотталкивающими добавками | 160 | 12 | 44 |
| 4 | Sikkens Cetol WP (грунтовка) Sikkens CetolF7 (колерованный) | Акрил-алкидная основа | 122 | 12 | 36 |
| 5 | Sikkens Cetol Varnish Mat | Водная основа на полиуретановой дисперсии | 240 | 20 | 155 |
| 6 | Sikkens Cetol WP (грунтовка) Sikkens Cetol Varnish Mat | Акрил-алкидная основа и водная основа на полиуретановой дисперсии | 188 | 12 | 144 |
| 7 | Sikkens Sinteko Urethane 45 | Полиуретано-алкидная основа | 78 | 63 | 110 |
| 8 | ПФ-283 | Композиция на основе алкидных смол с добавлением сиккатива | 110 | 40 | 65 |
| 9 | НЦ-132 | Нитроцеллюлозная основа | 94 | 60 | 125 |
| 10 | НЦ-218 | Нитроцеллюлозная основа | 95 | 50 | 80 |
| 11 | ПФ-266 | Суспензия пигментов в алкидном лаке с добавлением сиккатива и растворителя | 102 | 80 | 115 |
| 12 | Древесина сосны | Плотность 450-500 кг/м ³ , с комнатно-сухой влажностью 8-12 % | - | - | - |

Для исследования были использованы стандартные пожарно-технические методы, описанные в ГОСТ 12.1.044 [3-5].

По результатам испытаний установлено, что коэффициент дымообразования для древесины натуральной и для большинства образцов древесины с ЛКП составил более 500 /кг, что позволяет их отнести к материалам с высокой дымообразующей способностью. При этом некоторые ЛКП позволяют значительно снизить дымообразующую способность древесного материала. Так для образцов древесины с алкидным лаком с добавлением сиккатива и растворителя, используемого для внутренней отделки покрытий пола, коэффициент дымообразования составил менее 500 /кг (материалы с умеренной дымообразующей способностью).

Было установлено, что дымообразующая способность древесины с ЛКП в зависимости от их химической природы возрастает в следующей последовательности:

Алкидная с водоотталкивающими добавками полиуретано-алкидная алкидная раствор лакового коллоксилина в смеси органических растворителей с добавками пластификаторов древесина сосновой породы раствор лакового коллоксилина в смеси органических растворителей с добавками пластификаторов суспензия пигментов в алкидном лаке с добавлением сиккатива и растворителя. Можно сделать вывод, что химические компоненты, присутствующие в ЛКП в значительной мере влияют на процесс дымообразования при горении древесины.

Значительную опасность, наряду с дымообразованием при горении древесины с ЛКП, представляют токсичные газы, которые при пожаре несут большую угрозу для людей находящихся в помещении и препятствуют свободной эвакуации людей из здания.

По результатам экспериментального исследования установлено, что в большинстве случаев образцы древесины с ЛКП относятся к группе токсичности продуктов горения Т3 (высокоопасные). Интересно отметить, что некоторые ЛКП способствуют снижению токсичности продуктов горения древесины. Так, например, образцы древесины с системой ЛКП №11 (суспензия пигментов в алкидном лаке с добавлением сиккатива и растворителя) имеют показатель токсичности продуктов горения 94,78 г/м³ и относятся к группе токсичности продуктов горения Т2 (умеренно опасные). Полученные результаты свидетельствуют о том, что ЛКП могут способствовать как повышению, так и снижению выхода токсичных продуктов горения.

По результатам экспериментального исследования установлено, что изменение показателя токсичности продуктов горения древесины с ЛКП в зависимости от их химической природы возрастает в следующей последовательности:

Алкидная→раствор лакового коллоксилина, смол и пластификаторов в смеси летучих органических растворителей→полиуретано-алкидная→алкидная с водоотталкивающими добавками →акрил-алкидная→композиция на основе

алкидных смол с добавлением сиккатива → раствор лакового коллоксилина в смеси органических растворителей с добавками пластификаторов → суспензия пигментов в алкидном лаке с добавлением сиккатива и растворителя.

Сводные результаты по оценке исследуемых показателей пожарной опасности древесины с лакокрасочными покрытиями представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Результаты оценки дымообразующей способности и токсичности продуктов горения образцов древесины с ЛКП

| № систем | Дымообразующая способность (D_{max} , м ² /кг) | Токсичность продуктов горения (г/) |
|----------|--|------------------------------------|
| 1 | Д3 (723,5) | Т3 (28,59) |
| 2 | Д3 (969,9) | Т3 (30,1) |
| 3 | Д3 (806,97) | Т3 (35,47) |
| 4 | Д3 (829,7) | Т3 (33,47) |
| 5 | Д3 (656,01) | Т3 (32,2) |
| 6 | Д3 (763,21) | Т3 (37,15) |
| 7 | Д3 (802,26) | Т3 (30,87) |
| 8 | Д3 (721) | Т2 (43,33) |
| 9 | Д3 (603,5) | Т2 (44,74) |
| 10 | Д3 (792,31) | Т3 (27,84) |
| 11 | Д2 (484,62) | Т2 (94,78) |
| 12 | Д3 (780) | Т3 (30,19) |

Таким образом, по результатам экспериментальной оценки дымообразующей способности и токсичности продуктов горения установлено, что лакокрасочные покрытия могут способствовать как повышению, так и снижению значений исследуемых показателей древесины. Нативная древесина относится к группе Д3 с коэффициентом дымообразования $D_{max} = 780$ м²/кг (с высокой дымообразующей способностью) и к группе токсичности продуктов горения Т3 с показателем токсичности продуктов горения = 30,19 г/ (высокоопасные по токсичности продуктов горения). При использовании для древесины лакокрасочной системы внутреннего покрытия пола, содержащей суспензию пигментов в алкидном лаке с добавлением сиккатива и растворителя коэффициент дымообразования составил $D_{max} = 484,62$ м²/кг (материалы с умеренной дымообразующей способностью) и показателем = 94,78 г/ (материалы умеренноопасные по токсичности продуктов горения).

При оценке дымообразующей способности древесины с ЛКП было установлено максимальное значение коэффициента дымообразования $D_{max} = 969,9$ /кг (материалы с высокой дымообразующей способностью) при использовании лакокрасочной системы наружного покрытия стен на алкидной основе с водоотталкивающими добавками.

По результатам экспериментального исследования на дымообразующую способность и токсичность продуктов горения наиболее безопасной в применении является система внутреннего покрытия пола, содержащая суспензию пигментов в алкидном лаке с добавлением сиккатива и растворителя.

Таким образом, снижение дымообразующей способности и токсичности продуктов горения материалов и конструкций на основе древесины может достигаться путем применения некоторых видов лаков и красок, а также комбинации нескольких ЛКП с определенной химической природой.

Результаты, полученные в работе, позволяют выбрать наиболее эффективные подходы и решения по снижению пожарной опасности деревянных конструкций с лаками и красками, а также обеспечить их пожаробезопасное применение в строительстве.

Список литературы

1. Стебунов С.В. Исследование пожароопасных свойств лакокрасочных покрытий: дис. ...к.т.н.: 05.26.03 / Академия ГПС МЧС РФ. - Москва, 2006. – 130 с.
2. Смирнов Н.В. Прогнозирование пожарной опасности строительных материалов: дис. ... д. т. н.: 05.26.03 /ФГУ НИИПО МЧС РФ - Москва, 2002. - 273 с.
3. ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. - Взамен ГОСТ 12.1.044-84; введ. 01.01.91. - М.: Стандартиформ, 2006.
4. Иличкин В.С., Леонович А.А., Яненко М.В. Термические превращения и токсичность продуктов горения древесины: Обзорная инф. Вып. 8/90. – М.: ГИЦ МВД СССР, 1990. – 67 с.
5. Иличкин В.С., Фукалова А.А. Токсичность продуктов горения полимерных материалов: Обзорная инф. Вып. 1/87. – М.: ГИЦ МВД СССР, 1987. – 67 с.

М.М. Әлменбаев¹, А.Б. Сивенков²

¹ *Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

² *Ресей ТЖМ МӨҚ Академиясы, Мәскеу қ.*

ЛАКБОЯУ ЖАБЫНДЫ АҒАШ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЖАНУ ӨНІМДЕРІНІҢ УЛЫЛЫҒЫ МЕН ТҮТІНТҮЗУ ҚАБІЛЕТТІЛІГІ

Ағаштың жану өнімдерінің улылығы мен түтінтүзу қабілетіне әртүрлі лакбояу жабындарының әсер етуін эксперименталды бағалау нәтижелері көрсетілген. Лакбояу жүйесінің химиялық табиғаты ағаштың өрт қауіптілігіне, әсіресе оның жану өнімдерінің улылығы мен түтінтүзу қабілеттілігінің көрсеткішіне әсерін тигізетіндігі анықталды. Жұмыстан алынған нәтижелер лакталған және боялған ағаш конструкцияларының өрт қауіптілігі бойынша ең тиімді шешімдер мен амалдарды таңдауға, сонымен қатар олардың құрылыста өрт қауіпсіз қолдануға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ағаш, лакбояу заттары, өрт қауіптілік, түтін түзу қабілеті, уланғышытқ.

M.M. Almenbayev¹, A.B. Sivenkov²

¹ *Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan*

² *State Fire Service Academy of EMERCOM of Russia, Moscow*

SMOKE-FORMING CAPACITY AND TOXICITY OF COMBUSTION PRODUCTS OF WOOD WITH LACQUER COAT

The thesis deals with the results of the experimental evaluation of the effect of different types of paint coatings on the smoke-forming ability and toxicity of wood combustion products. It is established that the chemical nature of paint-vehicle systems greatly influences the fire hazard of wood in particular, the indicators of smoke-forming ability and toxicity of combustion products. The results obtained in the work allow to choose the most effective approaches and solutions for reducing the fire hazard of wooden structures with varnishes and paints, as well as to ensure their fireproof use in construction.

Keywords: wood, paint and varnish materials, fire hazard, smoke-generation ability, toxicity of combustion products.

*I.A. Kaibichev¹, doctor of physics and mathematics, associated professor
E.I. Kaibicheva², master of the economy*

¹*The Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia*

²*The Ural State University of Economics*

WORLD INDEX OF PROFESSIONAL FIREFIGHTERS NUMBER IN 2006-2009 YEARS

The world index of the number professional firefighters is calculated for 2006 – 2009 years. There are determined group of the successful countries and countries of leader group. Are chosen fifth categories of the countries of the world on frequency of the hit in listings of the world index of the number professional firefighters, as well as 3 categories of the countries on frequency of the hit in leader group.

Keywords: fire statistics, index of professional firefighters number in world, Dow Jones Industrial Average, countries categories.

Data about direct and indirect damage from fire, expenses on fire-prevention protection, costs on fire-prevention service, on contents workman insurance companies with 1981 collects the World Fire Statistics Centre, functioning under International Association of the Study of the Insurance Economics (The Geneva Association). Data about direct and indirect fire losses, fire deaths, cost of fire fighting organizations and of fire insurance administration, cost of fire protection to buildings for 2006 – 2009 years are present in reports [1-4].

In 1995 under International Association of Fire and Rescue Services was created Centre of Fire Statistics. The reports of this organizations contains information about number of fires, victims, traumatized, about amount victims and traumatized fireman, the number of the fire-prevention services in 2006 – 2009 years [5-8].

Annual amounts fire in the world evaluated in 10 - 12 millions [9, 10]. Ruin of the people is 100 - 120 thousand, damage from fire and expenses on fight with fire annually forms around 1 % gross national product presented in study countries of the world as a result of analysis statistical data given about fire in countries of the world for 2009 year [9, 10].

Number of professional firefighters is an important factor fire statistics. This factor was complemented by index of the number professional fireman in the world [11]. Herewith in work [11] was offered methods of the ranking the countries of the world on number of professional firefighters. In base of such methods prescribed method calculation of the index Dow Jones Industrial Average [12], which is used in economy and stock market. On the first stage of the country of the world regularized in order of the decrease the number professional firefighters [11]. On second stage 20 countries selected with maximum number professional firefighters. These countries formed the listings of the calculation of the index professional firefighters in the

world and were considered hereinafter successful. The index of the number professional firefighters in the world paid by averaging the factors of the countries, came in listings:

$$I = \frac{1}{20} \sum_{j=1}^{20} x_j, \quad (1)$$

where I - index of professional fireman in the world, x_j – number of professional firefighters in country j , j - serial number of the country in listing.

The calculation of the index of the number professional firefighters in the world was executed as of 2009 year [11]. We shall increase the results of the work [11] on 2006 - 2009 years. As a result executed calculation are received listings of the index of the number professional firefighters in world and is calculated values of this index for 2006-2009 years (Table 1 – 4).

Table 1 - Listing of world index of professional firefighters number in 2006 year

| N | Country | Number | N | Country | Number |
|---|---------|---------|----|----------------|--------|
| 1 | USA | 313 300 | 11 | Iran | 9 285 |
| 2 | China | 216 000 | 12 | Malaysia | 8 928 |
| 3 | Russia | 200 000 | 13 | Taiwan | 8 180 |
| 4 | France | 50 300 | 14 | Hungary | 7 373 |
| 5 | Germany | 42 182 | 15 | Czech Republic | 6 700 |
| 6 | UK | 40 100 | 16 | Bulgaria | 6 569 |
| 7 | Italy | 30 000 | 17 | Portugal | 6 215 |
| 8 | Poland | 28 936 | 18 | Lithuania | 5 687 |
| 9 | Romania | 17 468 | 19 | Netherlands | 5 400 |
| 10 | Greece | 9 292 | 20 | Sweden | 5 340 |
| World index of professional firefighters number | | | | | 50 863 |

Table 2 - Listing of world index of professional firefighters number in 2007 year

| N | Country | Number | N | Country | Number |
|---|---------|---------|----|----------------|--------|
| 1 | USA | 313 300 | 11 | Belarus | 11 802 |
| 2 | Russia | 280 000 | 12 | Czech Republic | 9 347 |
| 3 | Japan | 154 020 | 13 | Iran | 9 285 |
| 4 | China | 130 000 | 14 | Malaysia | 8 928 |
| 5 | France | 50 300 | 15 | Taiwan | 8 180 |
| 6 | Germany | 42 182 | 16 | Greece | 8 000 |
| 7 | UK | 40 100 | 17 | Hungary | 7 373 |
| 8 | Romania | 30 383 | 18 | Bulgaria | 6 569 |
| 9 | Italy | 30 000 | 19 | Portugal | 6 215 |
| 10 | Poland | 28 936 | 20 | Netherlands | 5 400 |
| World index of professional firefighters number | | | | | 59 016 |

Table 3 - Listing of world index of professional firefighters number in 2008 year

| N | Country | Number | N | Country | Number |
|---|---------|---------|----|----------------|--------|
| 1 | USA | 323 350 | 11 | Belarus | 11 802 |
| 2 | Russia | 280 000 | 12 | Greece | 9 300 |
| 3 | Japan | 154 020 | 13 | Iran | 9 285 |
| 4 | China | 130 000 | 14 | Hungary | 9 032 |
| 5 | Germany | 40 918 | 15 | Czech Republic | 9 026 |
| 6 | UK | 40 100 | 16 | Malaysia | 8 928 |
| 7 | France | 38 800 | 17 | Taiwan | 8 180 |
| 8 | Romania | 31 294 | 18 | Bulgaria | 6 569 |
| 9 | Poland | 30 491 | 19 | Belgium | 5 519 |
| 10 | Italy | 30 000 | 20 | Netherlands | 5 424 |
| World index of professional firefighters number | | | | | 59 102 |

Table 4 - Listing of world index of professional firefighters number in 2009 year

| N | Country | Number | N | Country | Number |
|---|---------|---------|----|----------------|--------|
| 1 | USA | 323 350 | 11 | Czech Republic | 12 044 |
| 2 | Russia | 280 000 | 12 | Belarus | 11 802 |
| 3 | Japan | 154 020 | 13 | Iran | 9 285 |
| 4 | China | 130 000 | 14 | Greece | 9 124 |
| 5 | Germany | 40 918 | 15 | Hungary | 9 108 |
| 6 | UK | 40 100 | 16 | Malaysia | 8 928 |
| 7 | France | 38 800 | 17 | Taiwan | 8 180 |
| 8 | Romania | 30 925 | 18 | Bulgaria | 6 569 |
| 9 | Poland | 30 071 | 19 | Belgium | 5 519 |
| 10 | Italy | 30 000 | 20 | Netherlands | 5 424 |
| World index of professional firefighters number | | | | | 59 208 |

Amongst successful countries in work [11] was chosen leader group. In this group have got the country with value of the number professional firefighters, exceeding importance of the index. The composition of leader group and number of the countries is changed. In 2006 in this group have got - USA, China, Russia. For 2007 – 2009 years leader group consist of 4 countries – USA, Russia, Japan, China.

The analysis of listings (Table 1 - 4) shows presence 5 categories of the countries. The countries to first category (USA, Russia, China, Germany, France, Iran, UK, Italy, Poland, Malaysia, Taiwan, Romania, Netherlands, Greece, Czech Republic, Hungary, Bulgaria) were present in listings on length 4 years. The frequency of the hit in listing has formed 0.05.

The countries to second category (Japan, Belarus) have fallen 3 times into listings for 2006 -2009 years. For them frequency of the hit in listings has formed 0.0375. The countries to third category (Portugal, Belgium) have fallen 2 times into listings 2006 -2009 years. For them frequency of the hit in listings has formed 0.025. Quarter the category form the country (Sweden, Lithuania) which were present in listings 1 once. The frequency of the hit in listings has formed 0.0125. In fifth category get all rest countries of the world. In listings for 2006 -2009 they did not

enter. The frequency of the hit given categories of the countries in listings of the number professional firefighters - 0.

In leader group possible to select 3 categories of the countries. In the first category get the country (USA, Russia, China) which were present in leader group on length 4 years. The frequency of the hit in leader group is 0.267. In the second category gets Japan, which was found in leader group for 3 years. For it frequency of the hit in leader group is 0.2. The Third category form the country, which in leader group on length 2006 - 2009 have not got. For this categories of the hit frequency countries in leader group is 0.

Regression analysis gave the equation to trend lines for value of the index of the number professional firefighters in the world (Fig. 1):

$$Y = 2512.3 x + 50767, \quad (2)$$

where Y – model value of world number professional firefighters index, x – serial number of the year (1 for 2006, 2 for 2007, 3 for 2008, 4 for 2009).

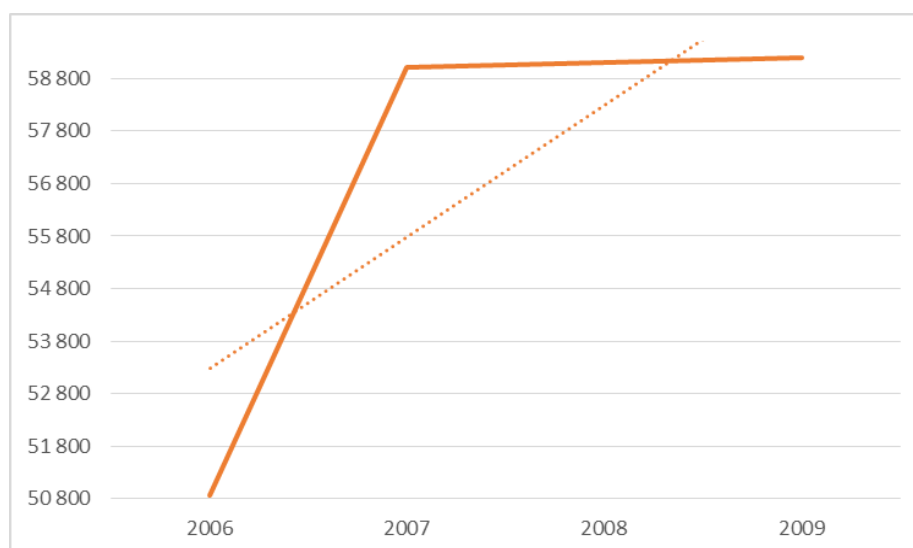


Fig. 1. Dynamics of the change the index of the number professional firefighters in world for 2006-2009 years

As a result world index of the number professional firefighters is calculated for 2006 - 2009. For these years are determined group of the successful countries and countries of leader group. Fifth categories of the countries of the world are chosen on frequency of the hit in listings of the world index of the number professional firefighters, as well as 3 categories of the countries on frequency of the hit in leader group.

The got results can be used Organization United Nation, European Alliance and governments of the countries of the world at determination of the number of the professional firefighters in fire-prevention services.

Bibliography

1. World Fire Statistics. Information Bulletin of the World Fire Statics. Geneva Association Information Newsletter. – 2009. - N 25. – 10 p.
2. World Fire Statistics. Information Bulletin of the World Fire Statics. Geneva Association Information Newsletter. – 2010. - N 26. – 10 p.
3. World Fire Statistics. Information Bulletin of the World Fire Statics. Geneva Association Information Newsletter. – 2011. - N 27. – 20 p.
4. World Fire Statistics. Information Bulletin of the World Fire Statics. Geneva Association Information Newsletter. – 2012. - N 28. – 26 p.
5. Brushlinsky N.N., Hall J.R., Sokolov S.V., Wagner P. World fire statistics. International Association of Fire and Rescue Services. Center of Fire Statistics. - 2008. - Report N 13. – 55 p.
6. Brushlinsky N.N., Hall J.R., Sokolov S.V., Wagner P. World fire statistics. International Association of Fire and Rescue Services. Center of Fire Statistics. – 2009. - Report N 14. – 59 p.
7. Brushlinsky N.N., Hall J.R., Sokolov S.V., Wagner P. World fire statistics. International Association of Fire and Rescue Services. Center of Fire Statistics. – 2010. - Report N 15. – 57 p.
8. Brushlinsky N.N., Hall J.R., Sokolov S.V., Wagner P. World fire statistics. International Association of Fire and Rescue Services. Center of Fire Statistics. - 2011. - Report N 16. – 57 p.
9. Brushlinsky N.N., Sokolov S.V. International fire statistics the International Association of Fire and Rescue Services. The Herald Voronezh Institute Emercom of Russia. – 2016. - 1(18). – Pp. 72 - 104.
10. Ahrens M., Brushlinsky N.N., Wagner P., Sokolov S.V. Situation with the fires on the earth at the beginning of the XXI century. Fire and Explosion Safety. – 2015. - vol. 24. - No. 10. - Pp. 51 – 58.
11. Kaibichev I.A., Kaibicheva E.I. Index of professional fireman number in world. Fire and Explosion Safety. – 2015. - vol. 24. - No. 9. - Pp. 55 – 58.
12. O’Sullivan A., Sheffrin S.M. Economic: Principles in Action. – Boston: Pearson Prentice Hall., 2007. - 609 p.

И.А. Кайбичев¹, Е.И. Кайбичева²

¹ *Орал институты Ресей ТЖМ МӨҚ,*

² *Орал мемлекеттік экономикалық университеті*

2006-2009 ЖЫЛДАРДАҒЫ КӘСІБИ ӨРТ СӨНДІРУШІЛЕРДІҢ ДҮНИЕЖҮЗІЛІК ИНДЕКСІНІҢ САНЫ

2006 – 2009 жылдарға кәсіби өрт сөндірушілер санының дүниежүзілік индексі есептелді. Табысты елдер, алдыңғы қатарлы елдері тобы анықталды. Дүниежүзілік индексінің санының тізіміне түсу жиілігі бойынша әлемнің алты ел санаты, сондай-ақ екі елдің жиілігі бойынша түсу көшбасшылық топтары анықталып көрсетілді.

Түйін сөздер: өрт статистикасы, кәсіби өрт сөндірушілердің дүниежүзілік индексі, Доу-Джонстың өнеркәсіптік индексі, ел санаты.

И.А. Кайбичев¹, Е.И. Кайбичева²

¹ *Уральский институт ГПС МЧС России*

² *Уральский государственный экономический университет*

ВСЕМИРНЫЙ ИНДЕКС ЧИСЛА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ В 2006-2009 ГОДАХ

Рассчитан всемирный индекс числа профессиональных пожарных для 2006 – 2009 годов. Определены группа успешных стран и группа лидирующих стран. Выделены шесть категорий стран мира по частоте попадания в листинг всемирного индекса числа профессиональных пожарных, а также две категории стран по частоте попадания в лидирующую группу.

Ключевые слова: статистика огня, всемирный индекс профессиональных пожарных, промышленный индекс Доу-Джонса, категория страны.

*В.-П.О. Пархоменко, Е.И. Лавренюк, кандидат технических наук, доцент
Б.М. Мыхаличко, доктор химических наук, профессор
Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности,
Украина*

ТРУДНОГОРЮЧИЕ ЭПОКСИАМИННЫЕ КОМПОЗИЦИИ: ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРООПАСНОСТИ

В работе рассмотрены особенности формирования трудногорючих эпоксиаминных композиций. Установлено, что благодаря подбору соответственного антипирена-отвердителя и его концентрации можно в широких пределах регулировать показатели пожароопасности эпоксиаминных композиций. Проведены экспериментальные исследования по определению группы горючести, температур воспламенения и самовоспламенения, коэффициента дымообразования эпоксидной смолы ЭД-20, отвержденной комплексным соединением на основе полиэтиленполиамина и гексафторсиликата меди (II).

Ключевые слова: антипирен-отвердитель, гексафторсиликат меди (II), группа горючести, температуры воспламенения и самовоспламенения, коэффициент дымообразования.

В условиях стремительного технологического прогресса резко возрастает спрос на высококачественные полимерные композиционные материалы. Они должны иметь целый комплекс специальных свойств: высокую механическую прочность, химическую стойкость, термостойкость, стойкость к перепадам температур и пониженную горючесть. Особые требования по пониженной горючести выдвигаются к материалам, которые применяются в жилищном и промышленном строительстве, в транспорте и как электроизоляционные материалы.

Среди полимерных композиционных материалов с чрезвычайно широкими возможностями применения являются материалы на основе эпоксидных смол. Свойства эпоксиполимерных материалов можно регулировать в широких пределах путем подбора соответствующего олигомера или отвердителя, а также благодаря их модифицированию.

С позиций снижения горючести композиционных материалов на основе эпоксидных смол одним из довольно эффективных и перспективных направлений является применение различных соединений металлов. Как свидетельствуют результаты исследований [1-3], эффективность металлсодержащих антипиренов выше чем традиционных фосфор- или галогенсодержащих антипиренов.

Данная работа является продолжением ряда работ [4-6] по исследованию влияния солей *d*-металлов на пожарную опасность эпоксиаминных композиций.

Для получения эпоксиаминных композиций в качестве связующего использовали эпоксидиановую смолу марки ЭД-20, в качестве аминного отвердителя – полиэтиленполиамин (ПЭПА). Для снижения горючести применяли негорючую неорганическую соль – гексафторсиликат меди (II).

Особенность получения эпоксиаминной композиции заключается в том, что на первом этапе готовили антипирен-отвердитель путем смешивания соответствующего количества полиэтиленполиамин и гексафторсиликата меди (II). Смесь тщательно перетирали до момента получения однородной суспензии. После выдерживания суспензии на протяжении суток образовались кристаллы хелатного комплекса ПЭПА-CuSiF₆.

К эпоксиолигомеру добавляли отвердитель (ПЭПА либо ПЭПА-CuSiF₆) и перемешивали на протяжении 5–10 минут до получения однородной композиции. Готовую композицию заливали в формы и выдерживали при комнатной температуре на протяжении 24 часов до полного отверждения. Состав полученных композиций представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав эпоксиаминных композиций

| Композиции | Мольное соотношение ЭД-20:ПЭПА:CuSiF ₆ | Состав композиции, вес. ч. | | |
|----------------------------------|--|-------------------------------|------|--------------------|
| | | ЭД-20 | ПЭПА | CuSiF ₆ |
| ЭД/ПЭПА | 2,5:1:0 | 100 | 12 | 0 |
| ЭД/ПЭПА-CuSiF ₆ (0,5) | 2,5:1:0,5 | 100 | 12 | 11 |
| ЭД/ПЭПА-CuSiF ₆ (1) | 2,5:1:1 | 100 | 12 | 22 |
| ЭД/ПЭПА-CuSiF ₆ (2) | 2,5:1:2 | 100 | 12 | 44 |
| ЭД/ПЭПА-CuSiF ₆ (3) | 2,5:1:3 | 100 | 12 | 66 |
| ЭД/ПЭПА-CuSiF ₆ (4) | 2,5:1:4 | 100 | 12 | 88 |

Для изготовленных образцов эпоксиаминных композиций определяли группу горючести (ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.3), температуры воспламенения (ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.7) и самовоспламенения (ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.9), коэффициент дымообразования (ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.18).

Результаты экспериментального определения группы горючести эпоксиаминных композиций (рис. 1) свидетельствуют о том, что введение в состав композиции гексафторсиликата меди (II) существенно снижает их горючесть. В частности, установлено, что композиции, не содержащие антипирена, имеют наибольшее значение максимального приращения температуры ($\Delta t_{\text{макс.}} = 667^\circ\text{C}$) и потери массы при горении ($\Delta m = 89,0\%$). Время достижения максимальной температуры газообразных продуктов сгорания составляет 150 с.

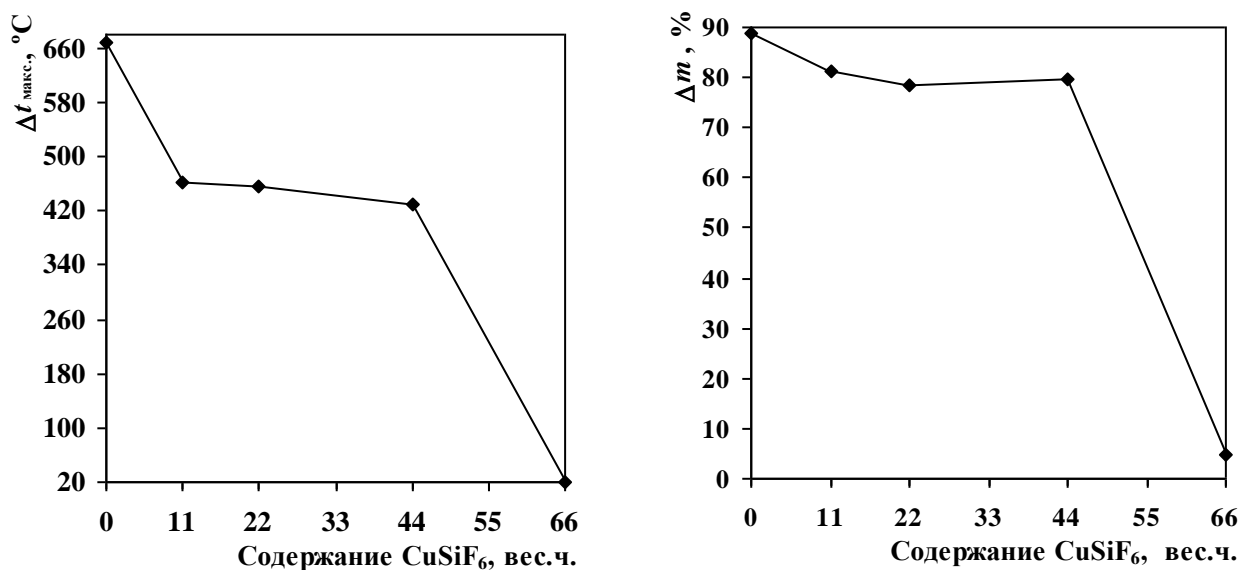


Рисунок 1 – Зависимость максимального приращения температуры ($\Delta t_{\text{макс.}}$) и потери массы при горении (Δm) композиций от содержания антипирена

Введение антипирена в количестве 11, 22 и 44 вес. ч. способствует снижению показателей группы горючести, а именно максимальное приращение температуры снижается на 204–327°C, а потеря массы – на 7,8–10,4%. При этом время достижения максимальной температуры газообразных продуктов сгорания колеблется в пределах 130–240 с.

По значениям максимального приращения температуры и потери массы, рассматриваемые образцы согласно ГОСТ 12.1.044-89 могут быть отнесены к горючим материалам. В зависимости от времени достижения максимальной температуры образцы классифицируют как материалы средней воспламеняемости.

Относительно особенностей самого процесса горения следует отметить, что образец композиции не содержащий антипирена очень легко и быстро воспламеняется, горит с выделением чрезвычайно большого количества дыма и копоти и трудно поддается тушению. Образец композиции с антипиреном является более устойчивым к горению.

Стремительное же снижение показателей группы горючести наблюдается при введении в композицию 66 вес. ч. гексафторсиликата меди (II). Поскольку максимальное приращение температуры образца такой композиции не превышает 60°C ($\Delta t_{\text{макс.}} = 20^\circ\text{C}$), а потеря массы при горении меньше 60% ($\Delta m = 4,9\%$), то ее можно отнести к трудногорючим материалам. Максимальная температура газообразных продуктов сгорания достигается через 300 с. Образец исследованной композиции горит только при воздействии пламени горелки и моментально прекращает гореть после ее удаления.

О положительном влиянии гексафторсиликата меди (II) на параметры пожарной опасности эпоксиаминных композиций свидетельствуют результаты

определения температур воспламенения и самовоспламенения (рис. 2). Как видно из представленных данных минимальное значение температур вынужденного воспламенения и самовоспламенения имеют композиции, не содержащие антипирен.

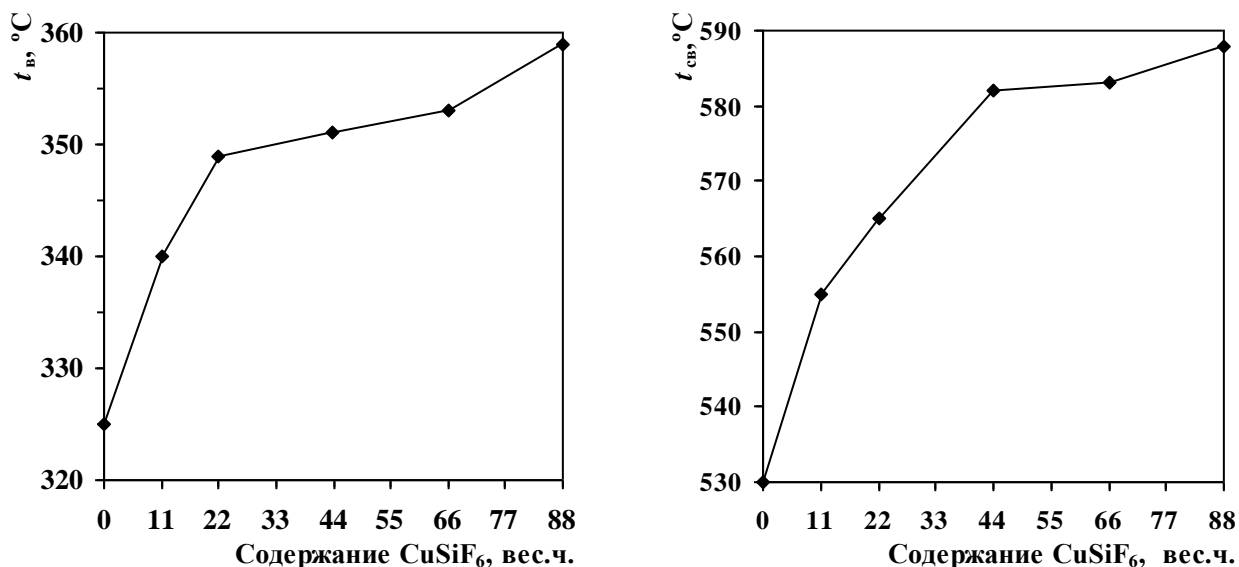


Рисунок 2 – Зависимость температур воспламенения ($t_{в}$) и самовоспламенения ($t_{св}$) композиций от содержания антипирена

В зависимости от количественного содержания антипирена в композиции температура воспламенения повышается на 15–34°C, а температура самовоспламенения – на 25–58°C в сравнении с исходной композицией. Максимальное значение температур воспламенения (359°C) и самовоспламенения (588°C) наблюдается в композициях, содержащих 88 вес. ч. антипирена.

По методике ГОСТ 12.1.044-89 были определены коэффициенты дымообразования эпоксиаминных композиций с различным содержанием гексафторсилката меди (II), результаты которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты экспериментальных исследований определения коэффициента дымообразования эпоксиаминных композиций

| Коэффициент дымообразования, м ² ·кг ⁻¹ : | Содержание CuSiF ₆ , вес. ч. | | | | | |
|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 11 | 22 | 44 | 66 | 88 |
| – режим тления | 901,73 | 681,44 | 667,06 | 497,42 | 557,12 | 613,33 |
| – режим горения | 644,00 | 530,94 | 526,67 | 368,50 | 343,57 | 306,47 |

Полученные значения коэффициента дымообразования композиций в режиме тления показали, что композиция с содержанием антипирена 44 вес. ч. относится к материалам с умеренной дымообразующей способностью. Коэффициент дымообразования в режиме других композиций превышает $500 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$, поэтому они относятся к материалам с высокой дымообразующей способностью.

Такая закономерность не прослеживается при определении коэффициента дымообразования в режиме горения материалов. Введение антипирена в количестве 44 вес. ч. и выше переводит композиции из группы материалов с высокой дымообразующей способностью в группу материалов с умеренной дымообразующей способностью.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности применения предложенного антипирена-отвердителя с целью снижения пожарной опасности эпоксиамминных композиций.

Список литературы

1. Пат 84988 UA, МПК С 08 L 63/00. Епоксидна композиція зі зниженим димоутворенням / Григоренко О.М., Яковлева Р.А., Єфанова В.В. та ін. - № а200705094; заявл. 08.05.2007; опубл. 10.12.2008.

2. Яковлева Р.А., Григоренко А.Н., Безуглый А.М. Влияние добавок на процессы термоокислительной деструкции наполненных эпоксиполимеров // Вісник КНУТД. - 2005. - Вип.5(25), Т.2. - С.192-196.

3. Попов Ю.В., Григоренко А.Н., Пономарев В.А. Влияние металлсодержащих добавок на механизмы снижения дымообразования эпоксиполимерных композиций // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. труд. – Харьков, 2012. – Вып. 31 – С. 155-159.

4. Пархоменко В.-П.О., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. Визначення групи горючості епоксіамінних композицій, модифікованих солями купруму(II) // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. труд. - Харьков, 2017. - Вып. 41 - С. 124-128.

5. Пархоменко В.-П.О., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. Роль антипірена-затвердника у формуванні самозгасаючих епоксіамінних композицій // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. - Київ. - 2017. - №1(3). - С. 84-89.

6. Пархоменко В.-П.О., Кочубей В.В., Михалічко Б.М., Лавренюк О.І., Павловський Ю.П. Вплив купрум (II) гексафлуорсилікату на термоокисну стійкість самозгасаючих епоксіамінних композицій // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів. - 2017. - № 30. - С. 132-136.

В.-П.О. Пархоменко, Е.И. Лавренюк, Б.М. Мыхаличко

Өмір тіршілігі қауіпсіздігінің Львов мемлекеттік университеті, Украина

ҚИЫН ЖАНАТЫН ЭПОКСИАМИДІ КОМПОЗИЦИЯЛАР: ӨРТ ҚАУІПТІЛІГІ КӨРСЕТКІШТЕРІН РЕТТЕУ ЖӘНЕ ҚАЛЫПТАСТЫРУ ПРИНЦИПТЕРІ

Жұмыста қиын жанатын эпоксиаминді композицияларды қалыптастыру ерекшеліктері қарастырылған. Сәйкес келуші антипирен-қатырушыны және оның концентрациясын таңдау көмегімен кең шектерде эпоксиаминді композициялардың өрт қауіпті көрсеткіштерін реттеу көмегімен қолдануға болатыны орнатылған. Полиэтиленполиамин және мыстың гексафторсиликаты (II) негізінде кешенді қосылыстармен қатырылған ЭД-20 эпоксидті шайырдың жану тобын, тұтану және өздігінен тұтану температуралары, түгін түзгіш коэффициентін анықтау бойынша эксперименталды зерттеулер өткізілді.

Түйін сөздер: антипирен-қатырушы, мыс гексафторсиликаты (II), жану тобын, тұтану және өздігінен тұтану температуралары, түгін түзгіш коэффициенті.

V.-P. Parhomenko, E.I. Lavrenyuk, B.M. Mykhalichko

Lviv State University of Life Safety, Ukraine

HARD-COMBUSTIBLE EPOXY-AMINE COMPOSITES: FORMATION PRINCIPLES AND OF FIRE RISK INDICES REGULATION

The formation features of hard-combustible epoxy-amine composites have been considered in the article. It has been ascertained that by means of a choice of the corresponding fire retardant-hardener and its concentration one can regulate fire risk indices of epoxy-amine composites a wide range. The experimental investigations relating to the determination of the combustibility group, ignition point and self-ignition point, and the smoke formation factor have been carried out for epoxy resin of the grade ED-20 cured by complex compound synthesized on the basis of polyethylenepolyamine and copper(II) hexafluorosilicate.

Keywords: fire retardant-hardener, copper(II) hexafluorosilicate, combustibility group, ignition point and self-ignition point, smoke formation factor.

*Г.А. Шарипов, кандидат технических наук
Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТУШЕНИЯ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕНООБРАЗУЮЩЕГО СОСТАВА

Результаты применения в пенообразующей композиции только синергетических смесей фторированных поверхностно-активных веществ являются недостаточными, так как устойчивость этих пен на поверхности отдельных представителей органических жидкостей, таких как изопропанол, утрачивается при повышении температуры.

Ключевые слова: пена, синергетические смеси, фторированные поверхностно-активные вещества, пламя, высокая температура.

Программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан предполагает серьезные структурные изменения в экономическом росте за счет развития различных секторов экономики, в том числе и тех, которые могут представлять потенциальную опасность для населения, одним из которых является пожаро-взрывоопасность нефтегазовой отрасли Республики Казахстан. Ущерб от пожаров и взрывов на предприятиях нефтепереработки имеет колоссальные размеры и тенденцию постоянного роста. По мере повышения уровня технической оснащенности производства повышается и его пожароопасность.

Пожары горючих жидкостей в вертикальных стальных резервуарах имеют сложный и затяжной характер. Анализ тушения горючих жидкостей свидетельствует, что если не произведена ликвидация пожара в начальной стадии, пожар переходит в затяжную стадию, для которой потребуются дополнительное количество сил и средств. Тушение горючих жидкостей в вертикальных стальных резервуарах очень редко достигается в первой стадии. Этому сопутствует множество причин, одной из которых является слабая эффективность физико-химических свойств пенообразующего состава [1].

Одним из основных направлений повышения пожаро-, взрывобезопасности нефтеперерабатывающих предприятий является необходимость разработки эффективной рецептуры пенообразователей для тушения горючих жидкостей на объектах, связанных с хранением, переработкой и транспортировкой нефти и нефтепродуктов.

Пенное пожаротушение горючих жидкостей в вертикальных стальных резервуарах является наиболее популярным и эффективным по отношению с тушением горючих жидкостей водой. При этом применяются все виды воздушно-механических пен: низкой, средней и высокой кратности [2].

Альтернативным решением является широкое применение фторпротеиновых и протеиновых пенообразователей, применяемые для пен для тушения горючих жидкостей низкой кратности.

Для тушения горючих жидкостей пенами важны, в первую очередь, кратность получаемой пены, её загрязненность и растекаемость, способность генерации пенно-подающими устройствами, характеристик пенообразования в различных погодных-климатических условиях, длительная сохранность пенообразователя, безотлагательная возможность применения (без предварительных подготовительных операций и т.д).

Существующие пенообразователи не всегда отвечают современному уровню развития пенных средств пожаротушения ни по ассортименту, ни по тактико-техническим характеристикам. Производство пенообразователей на основе арилсульфоната (ПО-1Д, ПО-6К), в связи с возрастающими требованиями к охране окружающей среды, необходимо прекратить в перспективе. Объем выпускаемых биологически разлагаемых пенообразователей, на основе первичных и вторичных алкилсульфатов, не может удовлетворить потребностей сил противопожарной службы КЧС МВД Республики Казахстан. Общеизвестно, что для тушения горючих жидкостей используются пенообразователи на основе алкилсульфатов, сопровождающиеся образованием большого количества трудно утилизируемых отходов которые нельзя сегодня признать перспективными. Эффективность этих углеводородных пенообразователей несоизмерима с ущербом, наносимым окружающей среде их производством и применением [3].

Эффективными рецептурами современных пенообразователей являются содержащие добавки фтороуглеродных поверхностно-активных веществ (далее - ФПАВ) на основе биологически жесткого алкиларилсульфоната, которые в отличие от углеводородных пенообразователей применяются как при традиционном, так и при различных способах тушения горючих жидкостей, имеют высокую огнетушащую способность при тушении пожаров горючих жидкостей различных классов.

Исследования показали, что пена низкой кратности с содержанием фторированных добавок может использоваться продуктивно. При попадании на поверхность горючей жидкости и соприкосновении пены с горючим слоем происходит смешивание и наблюдаются потери необходимых параметров пены для тушения [4].

Анализ основных характеристик рецептур различных пенообразователей показал, что из всех приведенных пенообразователей, наилучшие результаты по основным показателям имеют фторпротеиновые. По скорости тушения они характеризуются - «хорошо», по сопротивляемости к повторному возгоранию - «отлично» и по устойчивости к углеводородам - «хорошо». Кроме того, применение фторпротеиновых пенообразователей позволяет подавать пену не только на большое расстояние, эффективно тушить горючие жидкости, но и предотвращает загрязнение окружающей среды [5].

Эмпирический анализ результатов опытов по тушению пламени горючих жидкостей пеной из фторсодержащего пенообразователя при ее подаче в слой горючей жидкости свидетельствует о том, что зависимость огнетушащей эффективности пены, выраженная величиной критической интенсивности подачи от концентрации пенообразователя в растворе имеет экстремум, соответствующий концентрации 4-5 % масс.

Увеличение критической интенсивности подачи пены при уменьшении концентрации пенообразователя связано со снижением пенообразующей способности раствора и гидростатической устойчивости пены, вследствие чего происходит быстрый синерезис раствора из пены.

Проведенный анализ позволил определить снижение охлаждающей и изолирующей способности пены, так как большая часть раствора, содержащегося в ней, рассеивается в объеме легковоспламеняющейся жидкости. Если повысить концентрацию пенообразователя более 6 % масс. в растворе, то избыток углеводородного ФПАВ, входящего в состав, становится настолько значительным, что фторированные компоненты не способны предотвратить интенсивное насыщение пены горючим, следствием чего является снижение термической устойчивости пены и ее огнетушащей эффективности [6].

При увеличении концентрации активных свойств в растворе возрастает кратность пены, что одновременно повышает критическую интенсивность подачи и при содержании 3,5 % масс. пена, всплывающая через слой гептана на его поверхность становится горючей, в результате чего она полностью теряет свои огнетушащие свойства.

Известно, что критическая интенсивность подачи пены при тушении пожаров горючих жидкостей обратно пропорциональна теплоте испарения жидкости, содержащейся в пене, поскольку теплота испарения легковоспламеняющейся жидкости значительно ниже, чем у воды, постольку количество тепла, необходимое для разрушения пены, будет снижаться пропорционально увеличению содержания в ней горючих жидкостей [7].

Таким образом, загрязнение горючей жидкости снижает термическую устойчивость пены и по мере увеличения доли горючей жидкости в пене скорость ее разрушения под действием теплового потока от факела пламени усиливается [8].

Целью данной статьи явилось определить закономерности насыщения пены горючей жидкостью, выявить факторы, которые определяют степень ее загрязнения, исследовать влияние физико-химических свойств пенообразующего состава на загрязнение пены горючей жидкостью.

При входе пены в слой горючего вещества под действием пониженного давления втягивается в пенные каналы, и чем выше капиллярное давление в пене, тем большая масса горючей жидкости будет захвачена при первичном контакте [9].

В процессе тушения пламени горючей жидкости пеной из

фторсодержащих композиций наблюдается ситуация, когда пенообразующий раствор, выделяющийся из пены в результате ее распада под действием теплового потока от факела пламени, растекается по поверхности горючей жидкости, образуя на ней водную пленку, которая уменьшает скорость парообразования и интенсивность горения. В этом случае огонь локализуется даже при недостаточном покрытии поверхности горения пенным слоем.

Эти требования реализуются подбором синергетической композиции ФПАВ с оптимальным соотношением углеводородных и фторированных компонентов. Подтверждением результатов данного исследования послужили проведенные эксперименты по тушению пламени нефтепродуктов и определения огнетушащей эффективности пены с последующей проверкой результатов тушения пожаров горючих жидкостей в различных моделях резервуаров и противней на полигоне АО «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и гражданской обороны» КЧС МВД Республики Казахстан [10].

Таким образом, для обеспечения контактной устойчивости физико-химических свойств пенообразователей, в условиях горения жидкости, которые претендуют на универсальность применения для тушения пожаров представителей всех классов жидкостей, применение в пенообразующей композиции только синергетических смесей ФПАВ является недостаточным, так как устойчивость этих пен на поверхности отдельных представителей органических жидкостей утрачивается при повышении температуры.

Список литературы

1. Проведение исследований по оценке и управлению рисками пожароопасных технологических процессов в нефтегазовой отрасли Республики Казахстан: отчет о НИР/ АО «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и гражданской обороны» МЧС Республики Казахстан: рук. Джумагалиев Р.М. – Астана, 2012.

2. Джумагалиев Р.М., Монтаев Е.И. Жаксипбаев М.Ж. Состояние и перспективы производства пенообразователей для тушения пожаров в Казахстане. // Труды Карагандинского гос. техн. ун-та. - 2007.- № 3. - С. 29-31.

3. Монтаев Е.И. Тушение пламени нефтепродуктов фторпротеиновыми пенообразователями: дисс. ...к.т.н.: 05.26.03. / Московский институт пож. безоп. - Москва, 1999. - 134 с.

4. Аубакиров Г.А. Исследование влияния состава пенообразующей композиции на огнетушащую эффективность пены // Сб. материалов Межд. науч.-практ. конф. «Перспективы развития водо- и энергосберегающих технологий и охраны труда». – Алматы, 24-25 мая 2007. - С. 192-194.

5. Основные характеристики отечественных и зарубежных пенообразователей. Приложение 2. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.Gazovik-neft.ru/direktori/info/fire-fighting/p-02.htm>, свободный. – Загл. с экрана.

6. Аубакиров Г.А. Термодинамические исследования поверхностной активности соединений на основе окиси гексафторпропилена. // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. - 2013. - № 3 (93). - С.98-102.

7. Шарипова С.А., Дюсебаев М.К., Аубакиров Г.А. Влияние различных факторов на эффективность тушения пламени горючих жидкостей и нефтепродуктов пенообразующими композициями // Труды Межд. науч.-практ. конф. «Научно-технические, духовные ценности в наследии мыслителей Востока и А. Машани». - Алматы: КазНТУ, 2007. - Ч.2. - С. 321-325.

8. Шароварников А.Ф., Молчанов В.П., Воевода С.С, Шароварников С.А. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. - М.: Калан, 2002. - 448 с.

9. Шарипова С.А., Дюсебаев М.К., Аубакиров Г.А. Изучение механизма контактного разрушения пен при тушении пламени водорастворимых жидкостей // Труды Карагандинского гос. техн. ун-та. - 2007. - № 3. - С. 29-31.

10. Джумагалиев Р.М., Монтаев Е.И., О проведении испытаний отечественного фторпротеинового пенообразователя для тушения пожаров // Сб. тезисов и докладов VIII Межд. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». – Кокшетау: КТИ КЧС МВД РК, 2017. - С. 169-175.

Ғ.Ә. Шаріпов

Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты

КӨБІКТЕНДІРГІШ ҚҰРАМДЫ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АРТТЫРУ АРҚЫЛЫ БОЛАТТЫ ТІГІНЕН СҰЙЫҚҚОЙМАЛАРДАҒЫ ЖАНҒЫШ СҰЙЫҚТЫҚТЫ ТИІМДІ СӨНДІРУ

Зерттеулермен көбіктендіргіш композицияда тек қана фторланған беттік белсенді заттардың синергетикалық қоспаларын қолдану аздық ететіні анықталды, өйткені бұл көбіктер кейбір органикалық сұйықтықтардың бетінде температура жоғарылаған кезде төзімділігін жоғалтады.

Түйін сөздер: көбік, синергетикалық қоспалар, фторланған беттік белсенді заттар, жалын, температурасы жоғары.

G. A. Sharipov

Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan

EFFECTIVENESS OF QUENCHING FLAMMABLE LIQUIDS IN VERTICAL STEEL TANKS BY INCREASING THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF THE FOAMING COMPOSITION

As a result of the research, it has been found that the use of surfactants alone in the foaming composition is insufficient, since the stability of these formulations for quenching flammable liquids in vertical steel tanks.

Keywords: foam, synergistic mixtures, fluorinated surfactants, flame, high temperature.

Д.Б. Рахимжанов, Р.А. Шарипов
Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

ПРОЦЕСС ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ КАК МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ ПОСЛЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

В данной статье рассмотрены проблемы восстановления нарушенной экосистемы. В связи с этим был осуществлен процесс интенсификации почвообразования и методы увеличения микро- и макро элементов в почве, нужные для живых организмов.

Ключевые слова: экология, почва, растения, микроорганизмы, гумус, плодородный слой.

Экологические проблемы городов связаны с чрезмерной концентрацией на небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния равновесия экосистем.

Над крупными городами атмосфера содержит в 10 раз больше аэрозолей и в 25 раз больше газов. Высокая концентрация аэрозолей и газов приводит к повышенному загрязнению, туманам и смогу [1].

Города потребляют в 10 и более раз больше воды в расчете на 1 человека, чем сельские районы, а загрязнение водоемов достигает катастрофических размеров. Объемы сточных вод достигают 1м³ в сутки на одного человека. Поэтому практически все крупные города испытывают дефицит водных ресурсов [2].

Кардинальные изменения природной среды сельскохозяйственных районов обусловлены тем, что на площадях угодий нарушается твердый, жидкий и растворенный сток. Сведение лесов увеличивает смыв почвы, твердый сток рек, приводит к заилению водохранилищ. Активная миграция элементов по склонам, их быстрое поступление в водоемы с одновременным сокращением стока приводит к сильному загрязнению поверхностных вод. Это загрязнение может быть токсичным, поскольку такие опасные элементы, как кадмий, ртуть, стронций, свинец, цинк, относятся к наиболее подвижным в большинстве видов почв [3].

Получение высоких урожаев в настоящее время невозможно без использования различных ядохимикатов для защиты растений - пестицидов, потребление которых превышает 4 млн. т/год. Однако сейчас их использование сокращается в связи с приспособлением к ним многих вредителей, гибелью почвенных микроорганизмов, заражением овощных культур и накоплением ядовитых веществ в поверхностных водах, донных осадках водоемов, организмах животных и человека [4].

В нарушении экосистем огромную роль играют лесные пожары: погибают деревья и кусты, умирают животные и птицы. Вследствие этого кардинально изменяется видовое разнообразие растительного и животного мира. Помимо этого изменяется качество и состав почвы, что приводит к эрозии грунта и опустыниванию земель.

В то же время в экосистеме постоянно протекают процессы самовосстановления нарушенных почв путем синтеза органических веществ из элементов неживой природы. В конце жизненного цикла растения отмирают и минерализуются, служа пищей микроорганизмам, а те переводят его органику в минералы, которыми могут питаться следующие поколения растений. Каждое новое поколение какой-либо формы жизни приводит к накоплению элементов почвенного плодородия [5]. Это и есть естественный процесс интенсификации почвообразования в природе.

Известно, что при степных пожарах, а так же сжигании опавших листьев и травы уничтожаются микро-и макроэлементы, которые на протяжении длительного времени из глубин земли вбирались корнями этих же растений. В связи с этим снижается скорость восстановления плодородия почвы.

В данной работе с целью ускорения восстановления плодородия почвы, мы проделали следующую работу. Заранее приготовили землю, которая была взята на месте пожара лесной полосы, в черте города, спустя месяц. Далее высушив и измельчив луговую зелень и ромашку обыкновенную на мелкие и средние фракции, мы посыпали ею землю. Затем перемешав их, добавили обычную воду и изолировали их от света на несколько дней (рис.1).



Рисунок 1 - Земля с высушенными растениями разных фракций

Уже через пять дней растения мелкой фракции были полностью переработаны микроорганизмами и имели специфический запах. А растения средней фракции были переработаны не полностью. (рис.2).



Рисунок 2 - Земля с высушенными растениями разных фракций через пять дней

Результат, полученный в ходе эксперимента, указывает на то, что желательнее использовать более мелкие фракции чем средние. Проведенные исследования показывают, что есть возможность с помощью процесса интенсификации значительно ускорить восстановление плодородия почвы. Наряду с этим, по скольку в данном процессе не используются химические вещества и соединения, окружающей среде вред не наносится. А так же присутствующие в используемых растениях микро-и макроэлементы полностью проникают в почву. Предлагаемый нами процесс интенсификации естественен в природе, в связи с этим можно с уверенностью утверждать, что он не только безопасен но и полезен.

Список литературы

1. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: учебное пособие для вузов. - М: Фаир, 1998. - С. 20 - 30.
2. Воронков Н.А. Экология общая, социальная, прикладная: Учебник для студентов высших учебных заведений: пособие для учителей. - М: Агар, 1999. - С.279-286.
3. Науменко А.А. Проблема географии республики Казахстан: сборник научных статей молодых ученых. - Алматы: КазГУ, 1998. - 66 с.
4. Кормилицын В.И., Цицкишвили М.С., Яламов Ю.И. Основы экологии: учебное пособие. - М: МГУ, 1997. - С.176-179.
5. Докучаев В.В. Русский чернозём. Популярный очерк. - СПб: Новь, 1885. - Вып. 18. - С.194 -215.

Д.Б. Рахимжанов, Р.А. Шарипов

Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК Көкшетау техникалық институты

ОРМАН ӨРТТЕРІНЕН КЕЙІН ЭКОЖҮЙЕЛЕРДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ӘДІСІ РЕТІНДЕ ТОПЫРАҚ ТҮЗІЛУ ҮРДІСІН ҚАРҚЫНДАТУ

Бұл мақалада бұзылған экожүйелерді қалпына келтіру мәселелері қарастырылды. Осы орайда топырақтың түзілу процесін қарқындату, яғни топырақтың құнарын, топырақ құрамындағы тірі ағзаларға қажетті макро және микро элементтердің мөлшерін арттыру әдісі зерттелді.

Түйін сөздер: экология, топырақ, өсімдік, микроағзалар, гумус, құнарлы топырақ.

D.B. Rahimzhanov, R.A. Sharipov

Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan

INTENSIFICATION PROCESS OF SOIL FORMATION AS A METHOD OF ECOSYSTEM RESTORATION AFTER FOREST FIRES

The article deals with the problems on restoration of the faulted ecosystem. Thereby the intensification process of soil formation was done, as well as the methods of increasing micro and macro elements in the soil, that are necessary for animals.

Keywords: ecology, soil, vegetation, microorganism, black mould humus, fertile layer.

Е.М. Шатихов, В.М. Мустафин

Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ РАСЧЕТАМ ПАРАМЕТРОВ ЗОНЫ ПОРАЖЕНИЯ ВОЛНЫ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ВЗРЫВЕ АППАРАТА С ПЕРЕГРЕТОЙ ЖИДКОСТЬЮ ИЛИ СЖИЖЕННЫМ ГАЗОМ В ОЧАГЕ ПОЖАРА

Предложен новый подход в обучении слушателей и курсантов методике расчета параметров зоны поражения волны давления при взрыве аппарата с перегретой жидкостью или сжиженным газом в очаге пожара, основанный на использовании современных электронно-вычислительных устройств, позволяющий быстро и наглядно произвести расчет безопасного расстояния от эпицентра взрыва.

Ключевые слова: взрыв аппарата, безопасное расстояние, рабочая книга Excel.

Сегодня с ростом промышленности все актуальней становятся вопросы безопасности на производстве, в том числе и взрыво-пожаробезопасности, так как на данных объектах хранится, транспортируется и сжигается значительное количество горючих жидкостей, газов и твердых веществ, а также совместно используется различного рода электрооборудования высокой мощности.

Пожар на промышленных предприятиях зачастую создают угрозу взрыва аппаратов, хранящих в своем объеме взрывоопасные вещества. Поэтому важно, чтобы на стадии обучения люди которые будут находиться в этот момент на объекте для спасения людей и тушения пожара, получили представления об опасности, создаваемой при взрыве аппаратов с перегретой жидкостью или сжиженным газом в очаге пожара.

С этой целью на базе Кокшетауского технического института Комитета по чрезвычайным ситуациям Министерства внутренних дел Республики Казахстан в рамках усовершенствования учебного процесса была создана «рабочая книга» в программном комплексе Microsoft Excel, позволяющая рассчитать параметры взрывоопасной зоны, для чего необходимо задать значения в области ввода данных, показанной на рисунке 1, такие как:

- Вещество в аппарате;
- Масса вещества;
- Удельная теплоемкость жидкости;
- Доля энергии волны давления;
- Давление срабатывания предохранительного устройства;
- Давление окружающей среды;
- Расстояние от центра аппарата до первой точки;
- Шаг исчисления.

| | | |
|--|----------|-----------|
| Вещество: | Пропилен | |
| Масса вещества: | 250 | кг |
| Удельная теплоемкость жидкости: | 2180 | Дж/(кг·К) |
| Доля энергии волны давления: | 0,5 | |
| Давление срабатывания предохранительного устройства: | 2500 | кПа |
| Давление окружающей среды: | 101325 | Па |
| Расстояние от центра аппарата до первой точки: | 10 | м |
| Шаг исчисления: | 1,4 | |

Рисунок 1 - Область ввода значений

Пожароопасная (взрывоопасная) зона – часть замкнутого или открытого пространства, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие вещества и в котором они могут находиться при нормальном режиме технологического процесса или его нарушении (аварии) [1].

Используя, заданные значения программа иллюстрирует взрывную волну и безопасное расстояние для человека как показано на рисунке 2:

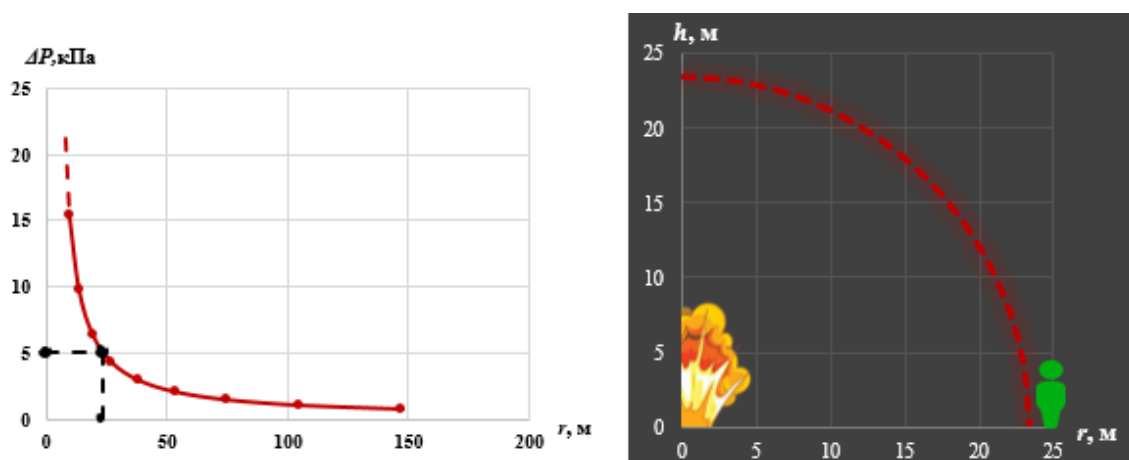


Рисунок 2 - Иллюстрация взрывной волны и безопасного расстояния для человека

Расчеты, производимые в данной программе, основаны на методике расчета параметров зоны поражения волны давления при взрыве аппарата с перегретой жидкостью или сжиженным газом в очаге пожара, приводимые в [2]. В качестве исходных данных для расчетов были взяты значения из справочников «Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов и средств их тушения» [3, 4].

Данная программа позволяет рассчитать избыточное давление взрывной волны при взрыве аппарата с перегретой жидкостью или сжиженным газом в очаге пожара на задаваемом расстоянии от эпицентра взрыва, а также производит оценку безопасного расстояния для человека, которое в свою очередь рассчитывается исходя из значения безопасного давления взрывной волны для человека, $\Delta P = 5 \text{ МПа}$ [5].

Введение данной программы в учебный процесс позволит курсантам наглядно ознакомиться с поражающей способностью того или иного химического вещества, хранящегося в аппарате с различной массой. Изменяя исходные данные, слушатель сразу же будет видеть изменение, исследуемых параметров, что позволит ему проводить сравнительный анализ, рассматриваемых веществ не затрачивая время на проведение типовых расчетов для каждого из них.

Список литературы

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: утв. 22 июля 2008 года, N 123-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации от 28 июля 2008 года, № 30 (части I-II), ст. 3579.

2. Горячев С.А., Клубань В.С., Панасевич Л.Т. и др. Сборник задач по курсу «Пожарная безопасность технологических процессов»: учебное пособие / под общ. ред. Л.Т. Панасевич. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 175 с.

3. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. и др. Справочник «Пожаровзроопасность веществ и материалов и средств их тушения». Том 1 - М.: Химия, 1990. – 496 с.

4. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. и др. Справочник «Пожаровзроопасность веществ и материалов и средств их тушения». Том 2. - М.: Химия, 1990. – 384 с.

5. Общие требования к пожарной безопасности: утв. Приказом Министра внутренних дел Республики Казахстан от 23 июня 2017 года, № 439.

Е.М. Шатихов, В.М. Мустафин

Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК Көкшетау техникалық институты

ӨРТ ОШАҒЫНДАҒЫ СЫҒЫМДАЛҒАН ГАЗ НЕМЕСЕ ҚЫЗҒАН СҰЙЫҚТЫҒЫ БАР АППАРАТТЫҢ ЖАРЫЛУЫ КЕЗІНДЕГІ ҚЫСЫМ ТОЛҚЫНЫНЫҢ ЗАҚЫМДАУ АУМАҒЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУДІ ОҚЫТУДАҒЫ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ

Бұл мақалада жарылыс эпицентрінен қауіпсіз арақашықтықты тез және көрнекті есептеуге мүмкіндік беретін, қазіргі замаңғы электронды-есептеуіш құралдарды қолдануға негізделген өрт ошағындағы сығымдалған газ немесе қызған сұйықтығы бар аппараттың жарылуы кезіндегі қысым толқынының зақымдау аумағының параметрлерін есептеуді курсанттар мен тыңдаушыларға оқытудың жаңа әдістері ұсынылған.

Түйін сөздер: аппараттың жарылуы, қауіпсіз арақашықтық, Excel жұмыс кітабы.

E.M. Shapikhov, V. M. Mustafin

Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan

MODERN APPROACH IN TRAINING TO THE PARAMETERS OF THE DAMAGED ZONES OF THE PRESSURE WAVE IN THE EXPLOSION OF THE APPARATUS WITH OVERHEATED LIQUID OR LIQUEFIED GAS IN THE HEARTH FIRE

A new approach is proposed in training students and cadets to the method of calculating the parameters of the damaged zone of the pressure wave in the explosion of an apparatus with overheated liquid or liquefied gas in the hearth fire, based on the use of modern electronic computing devices, which allow to calculate the safe distance from the epicenter of the explosion quickly and clearly.

Keywords: explosion apparatus, safety distance, Excel workbook.

ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

УДК 614.8.084

arman_1703@mail.ru

С.Д. Шарипханов, доктор технических наук

А.Б. Кусаинов

Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

РОЛЬ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В статье рассматривается междисциплинарная интеграция как процесс взаимного согласования учебных дисциплин в целях непрерывного и целостного развития общепрофессиональных компетенции будущего специалиста гражданской защиты. Представлен алгоритм успешного осуществления междисциплинарной интеграции в вузе.

Ключевые слова: интеграционные процессы в вузе; междисциплинарная интеграция; профессиональная деятельность; системный тип мышления; логические связи между дисциплинами; формирование общепрофессиональных компетенций.

Состояние системы гражданской защиты Республики Казахстан в современных условиях, ее способность соответствовать духу времени, минимизировать риск чрезвычайных ситуаций напрямую зависит от качества подготовки квалифицированных специалистов. При этом развитие системы образования в сфере гражданской защиты рассматривается как одно из приоритетных направлений обеспечения национальной безопасности страны.

Критерием эффективности управляемого развития системы образования в сфере гражданской защиты является совершенствование системы защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций и повышение профессионализма и качества труда пожарных-спасателей.

Современные направления развития высшего образования, кардинальные изменения в статусе образовательных учреждений Республики Казахстан, содержании учебных программ и методах обучения, обусловленные модернизацией образования и преобразованиями во всех сферах государства, требуют новых подходов к профессиональной подготовке специалистов.

Вышеизложенное предопределяет актуальность поиска эффективных и научно-обоснованных методов обучения будущих специалистов.

Особенно это актуально для Кокшетауского технического института Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан (КТИ), осуществляющего подготовку сотрудников в сфере гражданской защиты, стоящих на переднем крае по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, где от их профессиональных навыков, грамотных и решительных действий зависит жизнь и благополучие людей.

Объектом исследования является образовательный процесс в КТИ. Анализ литературы по проблеме исследования показал, что интеграционные процессы в вузе рассматривались многими учеными (В.С. Безрукова, А.А. Вербицкий, Е.Г. Вишнякова, Е.В. Перехожева, И.М. Козловская, В. Каган, Н. Чебышев и др.). Согласно их исследованиям установлено, что качество освоения учебного материала лучше получается в том случае, когда содержание одного учебного предмета усваивается вместе с содержанием другого [1].

К сожалению, пока приходится констатировать крайне низкий уровень междисциплинарной интеграции в процессе предметной подготовки курсантов в КТИ. Существует определенное противоречие между изолированным изучением базовых и профилирующих дисциплин. В итоге получается, что каждая кафедра учит студентов своим дисциплинам и не учит их комплексному использованию в процессе решения задач в рамках уже других дисциплин. И как следствие данное противоречие приводит к отчуждению курсантов от качественного освоения цикла базовых дисциплин.

Основой разрешения данного проблемного вопроса является целенаправленное объединение учебных дисциплин при подготовке курсанта для целостного изучения явлений и процессов. Иначе говоря, нужна междисциплинарная интеграция в процессе подготовки специалистов на базе построения и решения различных прикладных и профессиональных задач.

Междисциплинарная интеграция обеспечивает преемственность в обучении и «расширяет образовательное пространство, создает виртуальную учебную междисциплинарную лабораторию, в которой студент, многократно применяя знания по каждой дисциплине за рамками самой дисциплины, в новых условиях, развивает умения применять знания в профессиональной деятельности» [2].

Междисциплинарные и внутри дисциплинарные связи представляют собой логически завершенную структуру многодисциплинарного знания. Подобная интеграция не просто дополняет содержание одной дисциплины знаниями из другой, а объединяет их и обеспечивает не узко дисциплинарную подготовку, а деятельностьную, формирующую профессионально важные умения, навыки и качества будущего специалиста [3].

Одной из основных задач междисциплинарной интеграции является повышение уровня практической ориентированности учебного процесса.

При подготовке специалистов в сфере гражданской защиты согласно логическим связям в учебном процессе, профессиональные дисциплины базируются на знаниях, полученных в курсе базовых дисциплин. Так, при

изучении «Пожарной тактики» курсантам часто приходится применять физико-математический аппарат, уравнения химической реакции для решения практических задач. Трудности возникают из-за неспособности курсантов перенести полученные знания в конкретную предметную область. При рассмотрении содержания конкретных дисциплин отчетливо прослеживается, какие темы базовых дисциплин необходимо более детально и тщательно изучать, рассматривать возможность применения законов, методов и приемов вычислений при решении прикладных задач [4].

Особо стоит отметить, что дисциплины профилирующего цикла строятся на стыке таких базовых наук, как «Высшая математика», «Химия», «Физика».

При подготовке учебных программ базовых дисциплин основной упор необходимо делать на практическое содержание задач, отражающее важность получаемых умений для решения задач прикладного характера.

Алгоритм междисциплинарной интеграции состоит из следующих этапов: определение целей интегрирования; подбор объектов интегрирования; определение системообразующего фактора; создание структуры нового предмета; отбор содержания предмета в соответствии с наукой и принципами; оценка содержания по критериям отбора; проверка эффективности и корректировка результатов (рисунок 1) [5].



Рисунок 1 - Алгоритм междисциплинарной интеграции

Потребность в синтезе научных знаний обусловлена все увеличивающимся количеством комплексных проблем, стоящих перед системой гражданской защиты: решение которых возможно лишь с привлечением знаний из различных отраслей науки. Ставится вопрос о формировании нового, интегративного способа мышления, характерного и необходимого для современного пожарного-спасателя. Такой подход в обучении способствует выработке системы знаний, развивает способность к их переносу [6].

Интеграция вопросов из различных учебных дисциплин и объединение в одном задании знаний из разных областей является реализацией межпредметных связей в обучении [7]. Именно они наиболее эффективно решают задачу уточнения и обогащения конкретных представлений курсантов об основных причинах возникновения угроз и опасностей и на их основе - способы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, которые являются объектом изучения разных дисциплин. Усваивая их на одном занятии, курсант углубляет свои знания о признаках опорных понятий, обобщает их, устанавливает причинно-следственные связи.

Анализ научной литературы позволяет сделать вывод о том, что эффективность подготовки будущих специалистов в вузах зависит от реализации междисциплинарной интеграции, посредством решения прикладных задач напрямую, связанных с профессиональной деятельностью.

Список литературы

1. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. - М.: Высшая школа, 1991. - 207 с.
2. Междисциплинарная интеграция в образовательном процессе вуза / М.В. Фомина, С.В. Масловская, О.В. Кван, А.Н. Чирков // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. унт. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. - С. 1201-1204.
3. Вишнякова Е.Г. Междисциплинарный сетевой учебно-методический комплекс как средство повышения эффективности обучения в вузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук.: 13 00 08. - Волгоград, 2007. - 23 с.
4. Васильева Л.Н., Мерлина Н.И., Светлова Н.И. Междисциплинарная интеграция математики и информатики в системе формирования профессионально-математической компетентности студентов технических направлений подготовки // Вектор науки ТГ. Серия: Педагогика, психология. - 2015. - № 2 (21). - С. 19-23.
5. Afanasova D., & Utyaganova Z. Features of Realization of Interdisciplinary Integration of Natural-Science and Technical Blocks of Disciplines // Mediterranean Journal of Social Sciences, 2015. - 6(6 S3). - С. 71-77.

6. Перехожева Е.В. Формирование профессиональной компетентности студентов технических вузов на основе междисциплинарной интеграции: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. - Чита, 2012. - 25 с.

7. Чебышев Н. Высшая школа XXI век: проблема качества / Н. Чебышев, В. Каган // Высшее образование в России. - 2000. - №1. - С. 19-27.

С.Д. Шәріпханов, А.Б. Құсаинов

Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК Көкшетау техникалық институты

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АЗАМАТТЫҚ ҚОРҒАУ ЖҮЙЕСІ ҮШІН КӘСІБИ МАМАНДАРДЫ ДАЙЫНДАУ КЕЗІНДЕ ПӘНАРАЛЫҚ ИНТЕГРАЦИЯ РӨЛІ

Мақалада пәнаралық интеграция болашақ азаматтық қорғау маманының жалпы кәсіби компетенциясын үздіксіз және тұтасымен дамыту мақсатында оқу пәндерінің өзара келістіру тәрізді қарастырылады. Жоғарғы оқу орнында пәнаралық интеграцияны табысты жүзеге асыру алгоритмі ұсынылған.

Түйін сөздер: жоғарғы оқу орнындағы интеграциялық процесстер; пәнаралық интеграция; кәсіби қызмет; ойлаудың жүйелі түрі; пәндер арасындағы логикалық байланыстар; жалпы кәсіби компетенцияларды қалыптастыру.

S.D. Shariphanov, A.B. Kusainov

Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan

THE ROLE OF INTERDISCIPLINARY INTEGRATION AT TRAINING QUALIFIED SPECIALISTS FOR THE CIVIL PROTECTION SYSTEM OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

The article considers interdisciplinary integration as a process of mutual coordination of academic disciplines with a view to continuous and holistic development of the general professional competence of the future civil defense specialist. An algorithm for the successful implementation of interdisciplinary integration in the university is presented.

Keywords: integration processes in the university; interdisciplinary integration; professional activity; a systematic way of thinking; logical links between disciplines; formation of professional competences.

*К. Ж. Раимбеков, кандидат физико-математических наук
А. Б. Кусаинов, А. А. Жаулыбаев, кандидат технических наук
Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье проведен анализ аварий на производственных предприятиях, произошедших в Республике Казахстан в период с 2005 по 2015 годы. Проанализирована система обеспечения безопасности промышленных предприятий. Установлено, что при организации и проведении производственной и технической эксплуатации сложных объектов возможно возникновение различных деструктивных событий. Предложена модель перехода к комплексному обеспечению безопасности промышленных предприятий. Методологической основой формирования компетенций комплексной безопасности является процесс интеграции и дифференциации научного межмодульного знания в области охраны труда, техники безопасности, гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, пожарной, промышленной и антитеррористической безопасности.

Ключевые слова: образование, авария, промышленное предприятие, безопасность, комплексная безопасность.

Важнейшей целью образования в области обеспечения безопасности является достижение высокого профессионализма, предусматривающей глубокое изучение методов и средств анализа, проектирования, развития и управления безопасностью [1].

Особо остро проявляются проблемы обеспечения безопасности человека непосредственно на промышленных предприятиях, поскольку создаваемая и эксплуатируемая техника и технологии являются основными источниками деструктивных событий.

Согласно данным Международной организации труда в мире от несчастных случаев на производстве каждые 15 сек. погибает один человек или 6 тыс. человек в сутки [2].

Проведенный анализ показал, что в Республике Казахстан в период с 2005 по 2015 гг. на производственных предприятиях произошло 2351 аварий различного масштаба, в результате которых 30713 человек пострадали и 3380 погибли [3]. Общий материальный ущерб составил 13 078,5 млн. тг. (рисунок 1).

Уровень смертности на производстве в Республике Казахстан превышает аналогичный показатель по Евросоюзу в 4,5 раза.

Из приведенных данных следует, что проблемы безопасности труда являются крайне актуальными в настоящее время. Необходимо отметить, что решающая роль в обеспечении безопасности отводится руководителю организации и инженерно-техническим работникам, поскольку именно они

создают необходимый климат безопасного труда, который в конечном итоге определяет, будут или нет эффективными усилия по достижению безопасности [4].

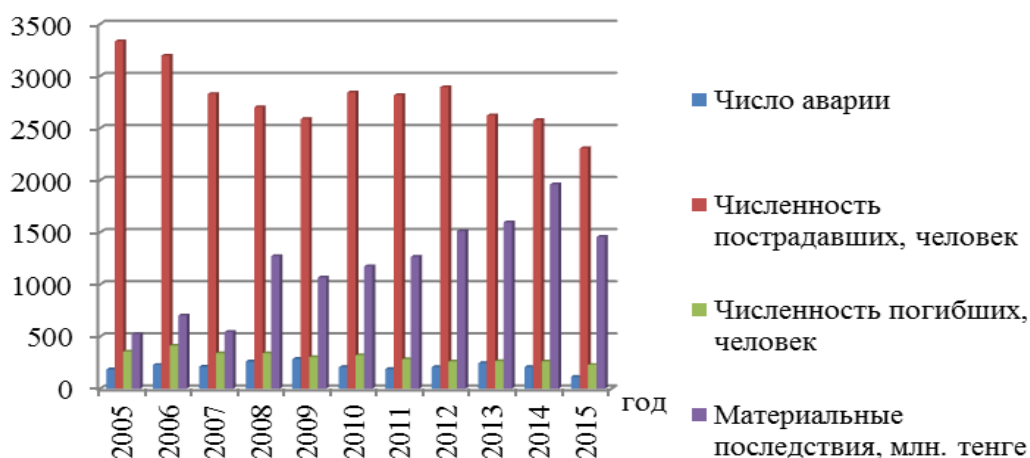


Рисунок 1 – Последствия аварий на промышленных предприятиях

В Республике Казахстан производственную деятельность осуществляют более 25,5 тыс. промышленных предприятий в нефтяной, обрабатывающей, горнодобывающей промышленности и в области разработки карьеров [5]. Обеспечение безопасности, охраны труда и техники безопасности на производственных предприятиях возлагается на различных сотрудников:

- инженер (специалист) по промышленной безопасности, охране труда и технике безопасности;
- инженер (специалист) по гражданской обороне, мобилизационной работе и пожарной безопасности;
- инженер (специалист) по безопасности и охране труда;
- инженер (специалист) по пожарной безопасности;
- инженер (специалист) по промышленной безопасности;
- инженер (специалист) по противопожарной автоматике;
- инженер (специалист) по технике безопасности;
- инженер (специалист) пожарно-охранной сигнализации;
- инженер (специалист) по лифтовому оборудованию и пожарной безопасности.

Основными трудовыми функциями в области безопасности, возлагаемыми на перечисленных сотрудников, являются:

- Разработка программ по охране труда, улучшению условий работы, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний;
- проведение вводного инструктажа, организация обучения персонала безопасным методам работы, участие в деятельности комиссий по проверке знаний требований ОТ и ТБ;

- взаимодействие с органами государственного надзора и контроля, организация работы комиссии по расследованию несчастных случаев на производстве, консультация работников организации по вопросам охраны труда и техники безопасности;
- организация и контроль разработки и исполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организации;
- разработка организационно-распорядительной документаций по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям (ГО и ЧС);
- организация работы по поддержанию постоянной готовности технических систем управления, оповещения и связи пунктов управления системы ГО и ЧС;
- организация проведения расчетно-аналитического анализа возможных чрезвычайных ситуаций в организации;
- осуществление сбора, обработки и проверки данных по подготовке персонала к действиям в условиях военного времени и чрезвычайных ситуаций и подготовка их для отчета перед вышестоящими организациями;
- организация подготовки работников системы ГО и ЧС к действиям в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера мирного и военного времени;
- прогнозирование возможной обстановки в организации при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и при применении современных средств поражения;
- оказание методической помощи персоналу отделов (штабов) ГО и ЧС подразделений в организации обучения формирований ГО;
- участие в разработке, организации и осуществлении мероприятий по обеспечению постоянной готовности служб, эвакуационных органов и сил ГО и ЧС организации;
- участие в организации тренировок, учений, проводимых по планам работы системы ГО и ЧС;
- участие в работе комиссий по расследованию причин аварий, пожаров (при включении в состав комиссий);
- осуществление контроля за содержанием фонда защитных сооружений ГО, пунктов управления системы ГО и ЧС в соответствии с требованиями нормативных документов;
- разработка внутренних нормативных документов по пожарной безопасности;
- контроль соблюдения противопожарных норм;
- осуществление контроля за работой и обеспечением бесперебойной работы инженерных систем пожаротушения;
- и т.д.

На должности сотрудников, отвечающих за безопасность и охрану труда, назначаются лица, имеющие дипломы с различными инженерно-техническими

специальностями. Данные сотрудники, как правило, вопросы обеспечения безопасности и охраны труда в процессе обучения изучали в рамках одной или нескольких дисциплин: «Безопасность жизнедеятельности» и «Охрана труда». В связи с этим, они не имеют необходимого базового образования в сфере безопасности, что приводит к ослаблению процесса управления безопасностью и, как следствие, к высокой производственной аварийности и травмированности.

Большинство производственных предприятий держится на старых кадрах, так как профессиональные компетенции выпускников не устраивают работодателей. Молодых специалистов, начинающих трудовую карьеру, приходится в течение 3-4 лет доучивать и «доводить до нужной кондиции» [6]. В вузах, как минимум, одна треть времени тратится на изучение дисциплин, не связанных с будущей профессией. В итоге, когда выпускник приходит на производство, он не знает элементарных практических основ, не говоря уже об обеспечении безопасности целого производства.

Проблемным вопросом остается подготовка квалифицированных кадров по вышеуказанным должностям. Так в проекте Классификатора специальностей образования и Национального классификатора занятий на перечисленные должности назначаются лица, имеющие соответствующее профессиональное, техническое или высшее образование (таблица 1) [7].

Таблица 1 - Классификатор профессий и специальностей технического и профессионального, послесреднего, высшего образования

| Наименование | Шифры специальностей и квалификаций | Наименование специальностей и квалификаций |
|--------------|-------------------------------------|--|
| Высшее | 5В100100 | Пожарная безопасность |
| Высшее | 5В103100 | Защита в чрезвычайных ситуациях |
| Высшее | 5В103200 | Командная тактическая сил гражданской обороны |
| Высшее | 5В010900 | Безопасность жизнедеятельности и валеология |
| Высшее | 5В073100 | Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды |
| ТиПО | 1516000 | Пожарная безопасность |
| ТиПО | 1509000 | Экология и природоохранная деятельность (по видам) |

Перечисленные специальности не охватывают весь спектр задач, возлагаемых на сотрудников, отвечающих за безопасность и охрану труда на производственных предприятиях.

Для подготовки квалифицированных специалистов, отвечающих за безопасность и охрану труда в производственных предприятиях необходимо в Классификатор специальностей с техническим и профессиональным,

последним, высшим и послевузовским образованием включить специальность «Комплексная безопасность», которая охватывала бы весь спектр задач, возлагаемый на данных сотрудников (рисунок 2).



Рисунок 2 – Структура специальности комплексная безопасность

Из рисунка 2 видно, что элементами комплексной безопасности будут являться охрана труда, техника безопасности, гражданская оборона и чрезвычайные ситуаций, пожарная, промышленная и антитеррористическая безопасности.

Необходимость перехода к комплексному обеспечению безопасности промышленных предприятий также связана с тем, что при организации и проведении производственной и технической эксплуатации сложных объектов возможно возникновение различных деструктивных событий: техногенных, природно-климатических, антропогенных, социальных [8].

На рисунке 3 схематично представлены основные факторы угроз безопасности промышленных предприятий и их последствия.

Анализируя историю развития и опыт обеспечения безопасности промышленных предприятий на территории Европы, Северной Америки и Азии, необходимо отметить, что при организации химических и других смежных отраслей промышленности, производящих опасные и неопасные отходы, организация комплексной безопасности включает большой спектр услуг по охране окружающей среды, пожарной безопасности, энергетической безопасности, оценке рисков и т.д. [9].

Проблемы обучения



Рисунок 3 – Основные угрозы безопасности промышленных предприятий и их последствия

В современном мире обеспечение комплексной безопасности должно быть приоритетной целью и внутренней потребностью человека, общества, государства. Одним из эффективных путей достижения данной цели является формирование компетенций комплексной безопасности.

Методологической основой формирования компетенций комплексной безопасности является процесс интеграции и дифференциации научного междомдульного знания в области охраны труда, техники безопасности, гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, пожарной, промышленной и антитеррористической безопасности.

Проектирование и реализация междомдульного содержания рабочих программ позволяет объединить изучаемый материал в единый блок и разработать для его изучения перспективную педагогическую технологию (рисунок 4) [10].



Рисунок 4 - Схема модуля формирования компетенций комплексной безопасности

Данная модель модульного обучения адекватно отражает потребности производственных предприятий в специалистах в области безопасности и охраны труда. Подготовка специалистов в области комплексной безопасности позволит значительно сократить количество аварий и повысить безопасность промышленных объектов.

Список литературы

1. Якунин В.И., Сулакшин С.С., Багдасарян В.Э., Нетесова М.С. Образование как фактор экономического развития. - М.: Науч. экспорт, 2008. - 104 с.
2. Ефремова О.С. Аттестация рабочих мест по условиям труда в организациях. - М.: Альфа-Пресс, 2004. - 408 с.
3. Сайт Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан [Электронный режим]: - Режим доступа: [http:// www.emercom.kz](http://www.emercom.kz), свободный. - Загл. с экрана.
4. Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие. - М.: Высшая школа, 1999. - 318 с.

5. Сайт маркетингового справочника. [Электронный режим]: - Режим доступа: <https://kazdata.kz/>, свободный. - Загл. с экрана.

6. Череповский А.П. Проблемы современного развития технического творчества специалистов производства и обучения принимать решения на каждом рабочем месте // Менеджмент в России и за рубежом. - 2014. - № 4. - С. 123-127.

7. Сайт Министерства труда и социальной защиты Республики Казахстан справочника [Электронный режим]: - Режим доступа: <https://www.enbek.gov.kz/>, свободный. – Загл. с экрана.

8. Тайген Р., Мейрманова А., Рустемова А., Дзекунов В. Квалифицированные кадры — основа развития химической промышленности // Промышленность Казахстана. - 2013. - № 6 (81). - С. 26-32.

9. Сычев Я.В. Система обеспечения комплексной безопасности индустриального парка как объекта инновационной деятельности/ Я.В. Сычев, С.М. Червоноокая // сборник статей V Международной научно-практической конференции / Сборник статей - Пенза: РИО ПГСХА, июнь 2015. - 79 с.

10. Наурызбаев М., Дзекунов В., Мейрманова А., Еркимбаев Б., Могильный В. Интеграция образования и науки как необходимое условие инновационного развития отечественной химической промышленности // Промышленность Казахстана. - 2011. - № 4 (67). - С. 38-43.

К.Ж. Раимбеков, А.Б. Құсайынов, А.А. Жаулыбаев
Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК Көкшетау техникалық институты

КЕШЕНДІ ҚАУІПСІЗДІК МАМАНДАРЫН ДАЯРЛАУ

Мақалада 2005-ші мен 2015-ші жылдар аралығы кезеңінде Қазақстан Республикасында орын алған өндірістік аварияларға талдау жасалған. Өнеркәсіптік кәсіпорындардағы қауіпсіздікті қамтамасыз ету жүйесі талданды. Күрделі нысандағы өндірістік және техникалық пайдалану кезінде әртүрлі бүліну оқиғалары орын алуы мүмкіндігі анықталды. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың кешенді қауіпсіздігін қамтамасыз етуге көшу моделі ұсынылды. Кешенді қауіпсіздік құзыретін қалыптастырудың әдістемелік негізі еңбекті қорғау, қауіпсіздік техникасы, азаматтық қорғаныс және төтенше жағдайлар, өрт, өнеркәсіптік және лаңкестікке қарсы қауіпсіздік саласындағы ғылыми модуларлық білімді біріктіру және саралау болып табылады.

Түйін сөздер: білім беру, авария, өнеркәсіп мекемесі, қауіпсіздік, кешенді қауіпсіздік.

K.Zh. Raimbekov, A.B. Kussainov, A.A. Zhaulybaev
Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan

PREPARATION SPECIALISTS OF COMPLEX SAFETY

The article analyzes the accidents at industrial accidents that occurred in the Republic of Kazakhstan in the period from 2005 to 2015. The system of ensuring the safety of industrial enterprises is analyzed. It is established that during organizing and conducting production and technical operation of complex facilities, various destructive events may occur. A model of transition to complex safety of industrial enterprises is proposed. The methodological basis for the formation of the competence of complex safety is the process of integration and differentiation of scientific intermodal knowledge in the field of labor protection, safety engineering, civil defense and emergency situations, fire, industrial and anti-terrorist security.

Keywords: education, accident, industrial enterprise, safety, complex safety.

*А.Н. Бейсеков, кандидат физико-математических наук
Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ЕСТЕСТВЕННО- НАУЧНОГО ЦИКЛА И ЕЕ ЗНАЧИМОСТЬ

В данной статье рассматривается роль и значимость изучения физики как дисциплины естественнонаучного цикла. Также отмечается, что современная физика открывает новые перспективные горизонты для научно-технического прогресса.

Ключевые слова: новые технологии, критическое мышление, радиоастрономия, электромагнитная шкала, диапазон, радиоволна.

В современном естествознании, физика является одной из лидирующих наук. Она оказывает огромное влияние на различные отрасли науки, техники, производства.

Научные знания, состоящие из теоретического и фактического материала, быстро устаревают. Наиболее высоко в обществе сегодня ценятся умения и навыки, применяемые в самых разнообразных ситуациях практической деятельности. Такими мобильными умениями являются: умение предоставить информацию в оптимальной форме; правильно подойти к рассмотрению вопросов в логической и наглядной форме; грамотно раскрыть сущность и задачи проводимого исследования, видеть и соотносить с ней фактический материал. Н.А. Назарбаев в своем ежегодном Послании народу Казахстана отметил что «... Учебные программы необходимо нацелить на развитие способностей критического мышления и навыков самостоятельного поиска информации».

Послание Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность» от 31 января 2017 года.

Наибольший интерес представляет четвертый приоритет – улучшение качества человеческого капитала. Особенно вопрос о роли системы образования, так как на своих уроках развиваем способности критического мышления и навыки самостоятельного поиска решений через ролевые игры, дебаты и дискуссии, использовавшие ИКТ, новых педагогических технологий.

Глава государства отметил: «Наша задача – сделать образование центральным звеном новой модели экономического роста. Учебные программы необходимо нацелить на развитие способностей критического мышления и навыков самостоятельного поиска информации».

Все мы знаем, что с каждым годом во всем мире быстрыми темпами развивается техника. Каждый год меняется технология, если мы приобрели какую-то технику, на следующий год и даже через месяц выходит новая

техника. Чтобы быть всегда в курсе всех новых технологий, мы должны быть грамотными. В наше время современной молодежи нужно освоить технические профессии. А в школах наибольшее внимание должны уделять таким предметам как математика, физика, химия, биология и информатика.

Эти направления поддерживает наш президент Н.А. Назарбаев, например, с 2017 года все профессиональные технические колледжи стали бесплатными. А в ежегодном Послании президента народу Казахстана 2017 года были четко обозначены новые направления в образовании.

Например, в четвертом приоритете – улучшение качества человеческого капитала указано, что «Учебные программы необходимо нацелить на развитие способностей критического мышления и навыков самостоятельного поиска информации» и также уделить большое внимание формированию ИТ-знаний, финансовой грамотности и воспитанию патриотизма молодежи [1].

С развитием компьютерных технологий через определенное время некоторые функции человека будут выполнять роботы. Поэтому нужно дать импульс развитию системы профессионального образования для подготовки специалистов новых производств, в рамках обозначенной экономики.

В этих целях необходимо обновление профессиональных стандартов в соответствии с требованиями рынка труда и передовым мировым опытом обучения на производстве [1].

Наряду с этим будет уделено особое внимание качеству системы высшего образования. Следует усилить контроль и требования в отношении кадрового состава высших учебных заведений, уровня их материально-технического обеспечения и образовательных программ.

Для изучения некоторых предметов необходимо знать, для чего нужно изучать данный предмет, где эти знания будут применяться, а также пригодятся ли в жизни. Чтобы ответить на эти вопросы, рассмотрим, для чего нужно изучать физику. Рассмотрим на нескольких примерах, как физика влияет на другие области современной науки и техники [2].

На протяжении тысячелетий астрономы получали только ту информацию о небесных явлениях, которую им приносил свет. Можно сказать, что они изучали эти явления через узенькую щель в обширном спектре электромагнитных излучений. Три десятилетия тому назад благодаря развитию радиофизики возникла радиоастрономия, необычайно расширившая наши представления о Вселенной. Она помогла узнать о существовании многих космических объектов, о которых ранее не было известно. Дополнительным источником астрономических знаний стал участок электромагнитной шкалы, лежащий в диапазоне дециметровых и сантиметровых радиоволн [3].

Огромный поток научной информации приносят из космоса другие виды электромагнитного излучения, которые не достигают поверхности Земли, поглощаясь в ее атмосфере. С выходом человека в космическое пространство родились новые разделы астрономии: ультрафиолетовая и инфракрасная астрономия, рентгеновская и гамма-астрономия. Необычайно расширилась

возможность исследования первичных космических частиц, падающих на границу земной атмосферы: астрономы могут исследовать все виды частиц и излучений, приходящих из космического пространства. Объем научной информации, полученной астрономами за последние десятилетия, намного превысил объем информации, добытой за всю прошлую историю астрономии. Используемые при этом методы исследования и регистрирующая аппаратура заимствуются из арсенала современной физики; древняя астрономия превращается в молодую, бурно развивающуюся астрофизику [4].

Сейчас создаются основы нейтринной астрономии, которая будет доставлять ученым сведения о процессах, происходящих в недрах космических тел, например, в глубинах нашего Солнца. Создание нейтринной астрономии стало возможным только благодаря успехам физики атомных ядер и элементарных частиц.

Человек в своей жизни сталкивается с множеством интересных явлений. Чтобы их понять, надо очень много знать, а знания даются главным образом тому, кто любит спрашивать и умеет наблюдать. И это можно использовать на каждом этапе занятий. В начале занятий можно организовать работу с применением различных активных методов «Корзина идей», «Мозговая атака», «Карусель» и др., которые содержат блиц-вопросы, заставят учащихся задуматься над многими физическими явлениями, с которыми они сталкиваются в повседневной жизни и знакомятся на занятиях. Это учит высказывать свои предположения, делать самостоятельные выводы, выдвигать гипотезы и исследовать их, основываясь на полученные знания.

В изучении физической теории во время объяснения нового материала учащиеся становятся исследователями [5].

Самым интересным и полезным материалом для этого послужат демонстрационные опыты. Опыт оживит процесс обучения, чего не хватает в традиционном обучении. Даже если не все предположения учащихся были верными, не стоит отбрасывать неверные предположения учащихся, так как каждая из гипотез нуждается в экспериментальной проверке.

Для организации эффективной работы группу следует поделить на микрогруппы, и каждая из них проверит определенное утверждение. После экспериментальной (практической) проверки можно перейти к обсуждению.

При закреплении полученных знаний можно применять основные особенности технологии развития критического мышления. При этом необходимо учитывать, что «Не объем знаний или количество информации является целью образования, а то, как ученик умеет управлять этой информацией: искать, наилучшим способом присваивать, находить в ней смысл, применять в жизни». Тем самым учащиеся понимают важность не трансляции «готовых» знаний, а конструирование своего алгоритма, основанного на самостоятельном исследовании, подкрепленном важными аргументами. Важно, чтобы учащиеся понимали, что умение мыслить

критически – это не выискивание недостатков, а объективная оценка положительных и отрицательных сторон в познаваемом объекте.

Коммуникативно-деятельный принцип обучения, предусматривающий диалоговый, интерактивный режим занятий, совместный поиск решения проблем, а также «партнерские» отношения между педагогом и обучаемыми способствует вовлеченности и мотивирует их [6].

Среди дисциплин естественно-научного цикла физика занимает особое положение, так как она дает учащимся представление о научной картине мира. Большой, разнообразный материал физики сознательно усваивается учащимся лишь тогда, когда изучение происходит при оживленном участии самих учащихся, когда широко развита их самостоятельная работа.

Неотъемлемым элементом при изучении физики является умение решать задачи. В качественных задачах оценивается правильность и точность, логика и полнота ответа. В расчетах правильность решения, наличие чертежа или схемы, пояснения к формулам, вывод расчетных формул численный ответ.

В экспериментальных заданиях оценивается сам процесс эксперимента, запись значений измеренных вычислительных величин, оценка погрешности измерений, конечный ответ, сравнение результатов и выводы. Задача преподавателя состоит в вовлечении как можно большего круга учащихся.

Физическое исследование можно проводить в лаборатории или открытом пространстве. Основные положительные моменты исследовательской деятельности на занятии:

- формируются умения ориентироваться в информационном пространстве;
- навыки критического мышления;
- умение увидеть, сформулировать и решить проблему;
- навыки самостоятельной работы;
- навыки работы в паре, команде;
- формируются навыки самоконтроля.

Физика вносит решающий вклад в создание современной вычислительной техники, представляющей собой материальную основу информатики. Все поколения электронных вычислительных машин (на вакуумных лампах, полупроводниках и интегральных схемах), созданные до наших дней, родились в современных лабораториях.

В заключении можно сказать, что современная физика открывает новые перспективные горизонты для дальнейшей миниатюризации, увеличения быстродействия и надежности вычислительных машин.

Список литературы

1. Послание Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана. 31 декабря 2017 года.

2. Тюрин Ю.И., Чернов И.П., Крючков Ю.Ю. Физика. Ч.1. Механика: учебник для технических университетов - Томск: ТПУ, 2006. - 289 с.

3. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики: учеб. пособие для вузов. 4-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2002. - 718 с.

4. Мыследеятельностная педагогика в старшей школе: новые формы работы с детьми (по материалам проекта «Инновационная сеть» «Мыследеятельностная педагогика»). - М.: АПК и ПРО, 2004. - 28 с.

5. Громыко Н.В. Способы обновления знаний. Эпистемотека: Руководство для управленцев и педагогов. – М.: Пушкинский институт, 2007. - 184 с.

6. Давыдов В.В. Проблема развивающего обучения. - М.: Педагогика, 1986. - 240 с.

А.Н. Бейсеков

Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ-ҒЫЛЫМИ ЦИКЛДЫҢ ПӘНДЕРІН ОҚУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН ОНЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

Бұл мақалада физика пәнін оқудағы оның ролімен маңыздылығы, жарытылыс тану цикліндегі ғылым ретінде алатын орыны. Қазіргі таңда физиканы оқып білу болашақтағы ғылыми-техниканың ілгерлеуіне үлкен жол ашады.

Түйін сөздер: жаңа технология, критикалық ойлау, радиоастрономия, электр магниттік шкала, диапазон, радиотолқындар.

A.N. Beisekov

Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan

FEATURES OF STUDYING DISCIPLINES OF NATURAL SCIENTIFIC CYCLE AND ITS SIGNIFICANCE

This article examines the role and significance of studying physics as a discipline of the natural science cycle. It is also noted that modern physics opens up new promising horizons for scientific and technological progress.

Keywords: new technologies, critical thinking, radio astronomy, electromagnetic scale, range, radio wave.

А.Б. Мейрамова

Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

В данной статье рассматриваются некоторые особенности работы при составлении тестовых заданий на английском языке, а также освещаются критерии, согласно которым определяются качественные характеристики данного дидактического и педагогического средства контроля знаний.

Ключевые слова: тестовое задание, педагогическое средство, время тестирования, содержательная корректность.

В современной методике преподавания иностранных языков, наряду с новыми методами и технологиями обучения, в обиход входят различные возможности контроля и оценки качества знаний обучающегося. Активное использование компьютерных технологий и разработка различных программ по изучению английского языка обуславливают актуальность и востребованность появления различных видов тестирования [1]. Данный педагогический метод оценки уходит корнями в психологию, так как был впервые введен в 1890 году психологом Дж. Кеттелом, который проживал в Америке. Английское слово «test» означает опыт, исследование, испытание, а в педагогике понятие «тест» характеризуется как система заданий с определенным содержанием, имеющим специфическую форму, определенную трудность, позволяющих индивидуально измерить качество полученных знаний по предмету. Основным принципом тестовых заданий можно назвать переход от простого к более сложному [2].

Тестовые задания, выступающие в качестве технологических и дидактических средств контроля знаний могут иметь следующие главные преимущества по сравнению с остальными методами проверки знаний в педагогике:

- строгость;
- возможность применения в различных группах;
- стимулирование мотивации;
- объективность;
- интегрируемость;
- междисциплинарность;
- технологичность.

Среди основных требований к тестовым заданиям следует отметить:

Предметная чистота, то есть все тестовые задания должны быть по данному конкретному предмету. В качестве примера сравним некоторые тесты на английском языке по таким дисциплинам, как «Иностранный язык»,

преподаваемом на 2 курсе (6 кредитов) и «Профессионально-ориентированный иностранный язык» (2 кредита) ведется на 3 курсе.

Английский язык

Choose the adjective in comparative degree!

- a) More difficult
- b) Good-looking
- c) The funniest
- d) Talkative
- e) Dangerous

Choose the right answer to the sentence: How are you?

- a) I'm French
- b) My name's Jane
- c) I'm ten
- d) I like it too
- e) I'm great, thanks

Find the negative sentence

- a) I love Spanish food.
- b) Do you like music?
- c) My parents live in Astana
- d) We don't like rock music.
- e) His friend is from America.

ПОИЯ

What materials can be called 'solids'?

- A) live wiring
- B) petroleum, alcohols
- C) paper, wood
- D) titanium, lithium
- E) oil, fats

What is included into Class B fires?

- A) combustible metals
- B) solids
- C) electrical equipment
- D) liquids or liquefiable solids
- E) cooking appliances

Give the synonym to the word 'equipment':

- A) agent
- B) appliance
- C) extinguisher
- D) ingredient
- E) ignition

Все тестовые задания на английском языке, но их успешное выполнение зависит не только от языкового уровня обучающегося, но и от уровня его профессиональной компетенции на английском языке. Так, задания по профессионально-ориентированному языку требуют дополнительных знаний в области противопожарной службы, гражданской защиты, профессиональной терминологии на английском языке, при их выполнении не достаточно знать перевод всех слов, нужно знать суть задаваемых тестовых заданий. В свою очередь задания по дисциплине «Английский язык» требуют основных знаний по лексике и грамматике, их выполнение зависит от правильного перевода [3].

Формальная чистота, так как при составлении тестов важным является не только содержательная сторона, но и технические составляющие, такие как шрифт, форма, которые должны быть однообразными и помогать обучающемуся определить его знания максимально достоверно [4]. Например:

Find the verb in Past Simple Tense

- a) do
- b) close
- c) drink
- d) go
- e) went

Find the verb in Past Simple Tense

- a) Go
- b) Ate
- c) Do
- d) Read
- e) Write

В обоих тестовых заданиях нужно найти глагол в прошедшем времени, но в одном случае варианты написаны с прописной, в другом с заглавной буквы.

Put a question to the underlined word. We are listening to the best song ever.

- a) Who is listening to the best song?
- b) Where are we listening to the song?
- c) What are we doing?
- d) Who likes to sing songs?
- e) Are we listening to the best song?

Согласно заданию тестируемый должен поставить вопрос к выделенному или подчеркнутому слову, но выполнение данного теста не возможно, так как техническая формальность не соблюдена.

Содержательная корректность большей частью связана с вариантами ответов на тестовое задание, а также с компетентностью составляющего преподавателя. Для решения спорных вопросов на кафедрах вузов создаются экспертные комиссии, которые принимают решения о корректности или некорректности того или иного тестового задания [5]. К примеру:

Выберите верное соответствие / Дұрыс сәйкесті таңдаңыз: Country – nationality – capital:

- a) Brazil- Brazilian- Toronto
- b) England- English- Oxford
- c) India – Delhi - Indian
- d) China – Chinese – Peking
- e) Japan – Japan – Tokyo

В данном случае правильный вариант d) является не корректным так, как в международной практике английского языка применяется слово «Beijing» для обозначения столицы Китая.

Benjamin Franklin was the ... president of the USA.

- a) first
- b) second
- c) third
- d) fourth
- e) sixth

Вышеизложенное тестовое задание неправильное, так как Бенджамин Франклин никогда не являлся президентом США, несмотря на свою большую роль в истории становления независимости Америки.

Однозначность ответа означает, что все обучающиеся должны понять задание одинаково, а ответ должен быть не только однозначным, но и единственным. Правило является непреложным для тестовых заданий, выполняемых по времени [6]. Например:

Find the regular verb

- a) write
- b) eat
- c) table
- d) call
- e) do

Find the irregular verb

- a) wash
- b) close
- c) write
- d) move
- e) call

В тестах предлагается найти неправильный (справа) и правильный (слева) глаголы английского языка, соответственно только ответы «write» и «wash» могут быть засчитаны как верные.

Find the right preposition! Jack was ...time

- a) at
- b) on
- c) by
- d) in
- e) with

Тестовое задание является не корректным, так как ответы b) и d) могут рассматриваться как правильные ответы, в практике выбор предлога зависит от контекста высказывания. Следует отметить, что если тест составлен по принципу нескольких правильных ответов (multiplechoice), то могут быть отмечены оба варианта.

Время тестирования должно быть минимальным, хотя точных рекомендаций по расчетному времени на одно тестовое задание не существует, но практика тестирования по дисциплине «Английский язык» определила, что одной минуты на одно тестовое задание вполне достаточно [7, 8].

В Кокшетауском техническом институте Комитета по чрезвычайным ситуациям Министерства внутренних дел Республики Казахстан имеется возможность проведения тестирования в информационно-управляемой системе (ИУС) «Курсант», технические возможности которой позволяют провести тестирование сразу у 30 человек, таймер программы позволяет контролировать тестируемому оставшееся время, а результаты можно узнать сразу по завершению тестирования. В институте практикуется проведение «апробации» тестов, когда составитель имеет возможность пройти тестирование по своему предмету для определения корректности вопросов, устранения возникших технических ошибок или неточностей при составлении заданий, а главное, определить максимально точно время необходимое на одно тестовое задание.

Список литературы

1. Переверзев В.Ю. Критериально ориентированные педагогические тесты для итоговой аттестации студентов / НМЦ СПО Министерства образования РФ. - М.: Наука, 1998. - 152 с.
2. Красильникова В.А. Технология обработки тестовых заданий // Оренбург Сред.проф. образование. - 2004. - № 9. - 31 с.
3. Чельшкова М.Б., Ковалева Г.С. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учеб.пособие/ ИЦ. - М., ЛОГОС, 2002. - 432 с.
4. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий: учебн. пособие / Ассоц. инженеров-педагогов. - М., Ассоциация инженеров-педагогов, 1999. - 264 с.
5. Равен Д. Педагогическое тестирование: проблемы, заблуждения, перспективы. - М.: Когнито Центр, 1999. - 144 с.
6. Российская педагогическая энциклопедия: Т.2. Тесты. - М., 1999. - 608 с.
7. Шадриков В., Розина Н. Централизованное тестирование: состояние и перспективы // Высш. образование в России. - 2000. - № 1. - 33 с.
8. Волкова Е.В. Экспертиза и мониторинг в системе образования. - Екатеринбург: Изд-во Уральского унив-та, 2006. - 30 с.

А.Б. Мейрамова

Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты

АҒЫЛШЫН ТІЛІНДЕ ТЕСТ ТАПСЫРМАЛАРЫН ҚҰРАСТЫРУДЫҢ КЕЙБІР ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Берілген мақалада ағылшын тілінде тест тапсырмаларын құрастыру кезіндегі кейбір сұрақтары, сонымен қатар берілген білім бақылауы дидактикалық және педагогикалық құралдарының сапалы сипаттамасының айқындалуына сәйкес өлшемдерді түсіндіру қарастырылады.

Түйін сөздер: тест тапсырмалары, педагогикалық құрал, тестілеу уақыты, мазмұнды орындылық.

A. B. Meiramova

Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan

SOME FEATURES OF COMPILING TEST TASKS IN ENGLISH

This article discusses some features of the work in the preparation of test tasks in English, and also highlights the criteria according to which the qualitative characteristics of this didactic and pedagogical means of knowledge control are determined.

Keywords: test task, pedagogical means, testing time, meaningful correctness.

ТРЕБОВАНИЯ К НАПИСАНИЮ СТАТЕЙ

(для публикации в научном журнале Вестник КТИ)

Научный журнал «Вестник Кокшетауского технического института КЧС МВД Республики Казахстан» - периодическое издание, предназначенное для публикации актуальных проблемных вопросов, фундаментальных и прикладных исследований в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечению пожарной и промышленной безопасности и обучения в области гражданской защиты.

Периодичность издания – 4 выпуска в год.

1. Статьи к публикации принимаются на казахском или на русском или английском языках. Название статьи, аннотация и ключевые слова в обязательном порядке пишутся на трех языках: казахском, русском и английском. Редакция принимает к рассмотрению статьи объемом не более 10 страниц, включая таблицы (рисунки). Шрифт - TimesNewRoman, размер 14 pt, через 1,0 интервал (Word-формат) и в распечатанном виде (1 экз., Word-формат).

2. Таблицы и рисунки (не более 4-5) должны иметь номер и название. Не допускаются сокращения слов в тексте, таблицах и рисунках, повторение в них одних и тех же данных.

3. В тексте все аббревиатуры должны расшифровываться. Не допускается аббревиатура в названии статей. Единицы измерения приводятся в системе СИ.

4. Рисунки необходимо предоставлять в виде графического файла в стандартном формате. Отсканированные – с высокой степенью разрешения (не менее 300 dpi.). На рисунках допускаются только цифровые и буквенные обозначения, поясняющие надписи выносятся в подписи к рисункам. Качество рисунков должно обеспечивать возможность их полиграфического воспроизведения без дополнительной обработки.

5. Литературные источники в «*Списке литературы*» приводятся по порядку упоминания их в тексте, оформленные в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 – 2003. Ссылки в тексте на соответствующий источник из списка литературы оформляются в квадратных скобках, например [1, с. 277]. В основе списка должно быть наличие свежих и актуальных литературных источников (желательно, не позднее 20 лет с даты издания). Не допускаются ссылки на не публикуемые документы. В ссылках на патенты и авторские свидетельства обязательно указывать дату опубликования и номер бюллетеня. В ссылке на адрес сайта сети *Интернет* должно присутствовать: автор(ы) статьи (если есть), название статьи, дата публикации, название и адрес сайта.

В «Списке литературы» научной статьи должно быть указано 5-15 и более литературных источников, обзорной статьи до 20.

6. Статья подписывается авторами. На отдельном листе необходимо дать сведения обо всех авторах: фамилия, имя, отчество, ученая степень, полное название организации, ее адрес с индексом, телефон, факс, адрес электронной почты, наименование страны (для зарубежных авторов).

К статье прилагаются ДОКУМЕНТЫ:

письмо учреждения, где выполнена работа, с просьбой опубликования статьи в одном из номеров Вестника;

экспертное заключение учреждения о возможности публикации статьи в открытой печати;

рецензия ведущего специалиста в отрасли, по которой представлена статья.

Все рукописи подлежат экспертной оценке и направляются на рецензирование членам редакционного совета или внешним экспертам — специалистам в соответствующей области знания. После рекомендации экспертов статья включается в реестр работ, принятых к публикации и публикуется в порядке очередности. Если по заключению рецензента статья возвращается автору на доработку, датой поступления считается день получения редакцией ее окончательного варианта. В случае отклонения статьи рукописи авторам не возвращаются, редакция оставляет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

Редакция оставляет за собой право, в необходимых случаях, проводить сокращения и редакторскую правку статей.

Редакция соблюдает редакционную этику и не раскрывает без согласия автора процесс работы над статьей в издательстве (не обсуждает с кем-либо достоинства или недостатки работы, замечания и исправления в них, не знакомит с внутренними рецензиями).

Рукописи должны подаваться с учетом того, что они нигде не издавались, так же, как и не должны находиться на рассмотрении в редакции другого журнала. Рукопись должна быть одобрена всеми соавторами. Файл статьи должен быть в Word- формате.

Перед отправлением текста статьи в издательство автор принимает на себя обязательства в том, что текст статьи является окончательным вариантом, содержит достоверные сведения, касающиеся результатов исследования, и не требует доработок.

Вся ответственность за подбор приведенных данных, а также за использование сведений, не подлежащих открытой публикации, несут авторы опубликованных материалов.

Полное или частичное воспроизведение или распространение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения редакции.

Редакция журнала: Отдел организации научно-исследовательской и редакционно-издательской работы: тел. (8 7162) 25-58-95; тел./факс: (8 7162) 25-14-96; E-mail: kti@emer.kz

Научный журнал

Вестник Кокшетауского технического института
КЧС МВД Республики Казахстан № 1 (29), 2018

Редакция журнала:
Макишев Ж.К., Садвакасова С.К.

Подписано в печать 15.03.2018.
Формат 60x84¹/₈ Печать Ризография.
Объем 11,6 п.л. Тираж 250 экз.
Заказ № 32

Отпечатано ИП Мелешин А.В.
г. Кокшетау, ул. Куйбышева 33/54
тел.: 8 (7162) 33-87-02
e-mail: 338702@mail.ru