

**КОМИТЕТ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
МВД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**КОКШЕТАУСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**№ 3 (31), 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» № 3 (31), 2018 г., сентябрь.  
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:**

**Беккер В.Р.**, председатель Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД РК (РК, г. Астана)

**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; Касымова С.К., кандидат филологических наук; Макишев Ж.К., кандидат технических наук; Шуматов Э.Г., кандидат философских наук; Шумекоев 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

- Шарипханов С.Д., Арифджанов С.Б., Айтеев А.С., Батыркулов М.К.* МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДЕЙСТВИЙ ОПЕРАТИВНОЙ ДЕЖУРНОЙ СМЕНЫ ЦЕНТРА УПРАВЛЕНИЯ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ КОМИТЕТА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ МВД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН, ПРИ РЕАГИРОВАНИИ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА 4
- Гарелина С.А., Латышенко К.П., Миронов А.А., Павлюченко И.А.* АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ПРОБОПОДГОТОВКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОБ НА НАЛИЧИЕ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ 16
- Айтеев А.С., Нурсеитов Е.К., Абдрахманов А.А.* РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПОЛОСЫ ПРЕПЯТСТВИЙ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ И ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ НА БАЗЕ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА КОКШЕТАУСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА КОМИТЕТА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ МВД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН 21
- Жаулыбаев А.А.* ПОСТРОЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СЕТИ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПО КРИТЕРИЮ «СТОИМОСТЬ – ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ» 27

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

- Даркенбаева Н.С., Монтаев Е.И.* ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОЛЕКУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ КРАСОК 35
- Сулеев Д.К., Карменов К.К., Утепов Е.Б.* АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИМЕТАЛЛОВ 40
- Tatsiy R.M., Stasiuk M.F., Vlasii O.O., Pazen O.Yu.* A DIRECT METHOD OF TEMPERATURE FIELD RESEARCH IN A MULTILAYER PIPE IN THE EVENT OF FIRE 53
- Фещук Ю.Л., Поздеев С.В., Нижник В.В., Новгородченко А.Ю.* МЕТОД ИНТЕРПОЛЯЦИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В СЕЧЕНИИ ФРАГМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОЛОНН С ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБЛИЦОВКОЙ 64
- Рахметулин Б.Ж.* К ВОПРОСУ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ С МНОГОСВЕТНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ 74
- Нурмагомедов Т.Н.* ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ ОТ СВИНЦА БИОАДСОРБЦИОННЫМ СПОСОБОМ 79

### ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

- Шарипханов С.Д., Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б.* СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ПОДГОТОВКЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН 87
- Бейсеков А.Н.* СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ 93

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

---

---

УДК 351.862.211.5:007.51

ayna\_04112011@mail.ru

*С.Д. Шарипханов<sup>1</sup>, доктор технических наук*  
*С.Б. Арифджанов<sup>1</sup>, кандидат технических наук*  
*А.С. Айтеев<sup>1</sup>, М.К. Батыркулов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

<sup>2</sup>Центр управления в кризисных ситуациях КЧС МВД Республики Казахстан

### МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДЕЙСТВИЙ ОПЕРАТИВНОЙ ДЕЖУРНОЙ СМЕНЫ ЦЕНТРА УПРАВЛЕНИЯ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ КОМИТЕТА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ МВД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН, ПРИ РЕАГИРОВАНИИ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

В статье рассматривается методика оценки действий оперативно-дежурных служб Центра управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) КЧС МВД Республики Казахстан при реагировании на ЧС природного и техногенного характера, полученная в результате реализации второго «теоретического» этапа научно-исследовательской работы на тему: «Разработка научно-обоснованных мероприятий по повышению устойчивости повседневной деятельности Центра управления в кризисных ситуациях КЧС МВД Республики Казахстан». Описываются исходные данные и результаты оценивания оперативно-дежурных служб ЦУКС.

*Ключевые слова:* Государственная система гражданской защиты, управление в ЧС, Центр управления в кризисных ситуациях, повседневная деятельность.

Под реагированием на ЧС понимается осуществление взаимосвязанных действий органов управления Государственной системы гражданской защиты (ГСГЗ) по незамедлительному получению информации о факте возникновения ЧС, своевременному оповещению о них населения и заинтересованных организаций, а также уточнение и анализ обстановки, принятие решений и организация ликвидации ЧС соответствующими силами [1].

ЦУКС является органом повседневного управления и его основная задача - это управление силами гражданской защиты при организации и проведении мероприятий гражданской защиты, направленных на предупреждение и ликвидацию ЧС природного и техногенного характера, обеспечение пожарной безопасности и организации гражданской обороны Республики Казахстан [2].

Управление – это воздействие на конкретную управляемую систему (объект управления) в целях перевода ее из одного состояния, в другое желаемое состояние, путём изменения состава или взаимодействия элементов управляемой системы [1].

Перевод можно осуществлять разными способами (по разным «траекториям»). Одни из этих способов могут быть более удачными, с точки зрения некоторого критерия (например, минимизация затрат определенных ресурсов), другие – менее удачными. Следовательно, можно говорить об эффективном и неэффективном управлении. Наилучший способ управления (выбор наилучшей «траектории» движения системы) называют оптимальным.

Оптимальное управление - это процесс, состоящий из множества операций с такими параметрами, которые к определенному моменту времени обеспечат получение максимального по величине целевого продукта [3].

Для того чтобы понимать о каком целевом продукте идет речь, нужно получить представление о характере процессов, лежащих в основе функционирования ЦУКС, а затем разобраться с процессом их оптимизации.

«Кризисная ситуация» - это любое отклонение от привычного режима функционирования системы или отдельного ее элемента, характеризующееся необходимостью принятия нестандартных решений, мобилизации профессионально-личностного потенциала личного состава подразделений и наличием как отрицательных, так и положительных последствий. Кризис - это всегда момент выбора из нескольких возможных альтернатив, момент «принятия решения». Таким образом, в нашем случае основная задача ЦУКС - это перевод системы из кризисного состояния в стабильное.

Практический опыт свидетельствует о том, что основу принятия управленческих решений в начальный период возникновения ЧС составляют результаты работы оперативной дежурной смены (ОДС) ЦУКС [4].

Личный состав ОДС позволяет быстро «погрузить» участников процесса принятия решений в рассматриваемую проблему, помогает разобраться в проблеме, правильно сформулировать запросы к внешним источникам информации и подготовить качественное предложение в решение руководителя [5].

Анализ ликвидации ЧС показывает, что в основу оценки действий всей ГСГЗ может быть положено время, затраченное органами управления в период перевода системы из кризисного в стабильное состояние, т.е. период от начала ЧС до окончания проведения аварийно-спасательных и неотложных работ (АСНР).

Вместе с тем, учитывая тот факт, что непосредственно за проведение АСНР, ОДС ЦУКС не отвечает, нас интересует период времени от начала ЧС до момента прибытия к месту ЧС, достаточных для ее ликвидации сил и средств [2, 6-10].

Данный период как нельзя лучше отражает качество работы не только ОДС ЦУКС в частности, но и всей системы ГЗ в целом, так как данный период

включает и своевременность проведения информирования, и качество взаимодействия, и эффективность действий смены, а также ее оперативность.

Предлагаемая методика оценки действий ОДС предусматривает рассмотрение трех основных показателей: своевременность (*C*), эффективность (*Э*), оперативность (*O*) (рисунок 1).

### Показатель качества работы ОДС ЦУКС

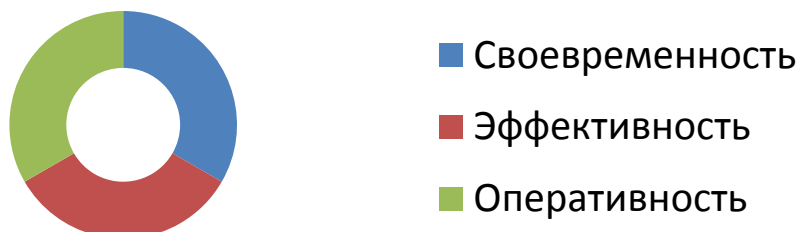


Рисунок 1 - Показатель качества работы ОДС ЦУКС

Это три «кита», на которые должна опираться ОДС в своей деятельности, а вышестоящие органы управления в своей оценке [11, 12].

Чтобы оценить каждый из показателей составим алгоритм работы ОДС при поступлении информации о ЧС (рисунок 2):

Любое из представленных в схеме действий регламентируется жесткими временными показателями.

Вся оценка действий смены будет сводиться к определению основного показателя качества деятельности смены ( $P_{кач}$ ), который будет лежать в диапазоне от 0 до 1 (0% до 100%) и будет равен:

$$P_{кач} = \frac{C + Э + O}{3} \cdot 100\% \quad (1)$$

Показатель качества работы ОДС, есть среднее арифметическое от показателей своевременности действий, эффективности взаимодействия и оперативности управления.

Расчет качества работы ОДС должен складываться из двух составляющих: работа смены как непосредственно органа управления отвечающего за привлечение сил на ЧС и работа ЦУКС как информационного звена ГСГЗ, т.е. основными показателями должны стать своевременность прибытия основных и дополнительных сил по решению руководителя ликвидации ЧС, а также своевременность передачи информации в вышестоящие органы управления.

При этом эффективность работы всей смены будет зависеть от правильных и своевременных действий каждого сотрудника ОДС.

Необходимо рассмотреть каждый из показателей подробно и выразить их в количественной составляющей.

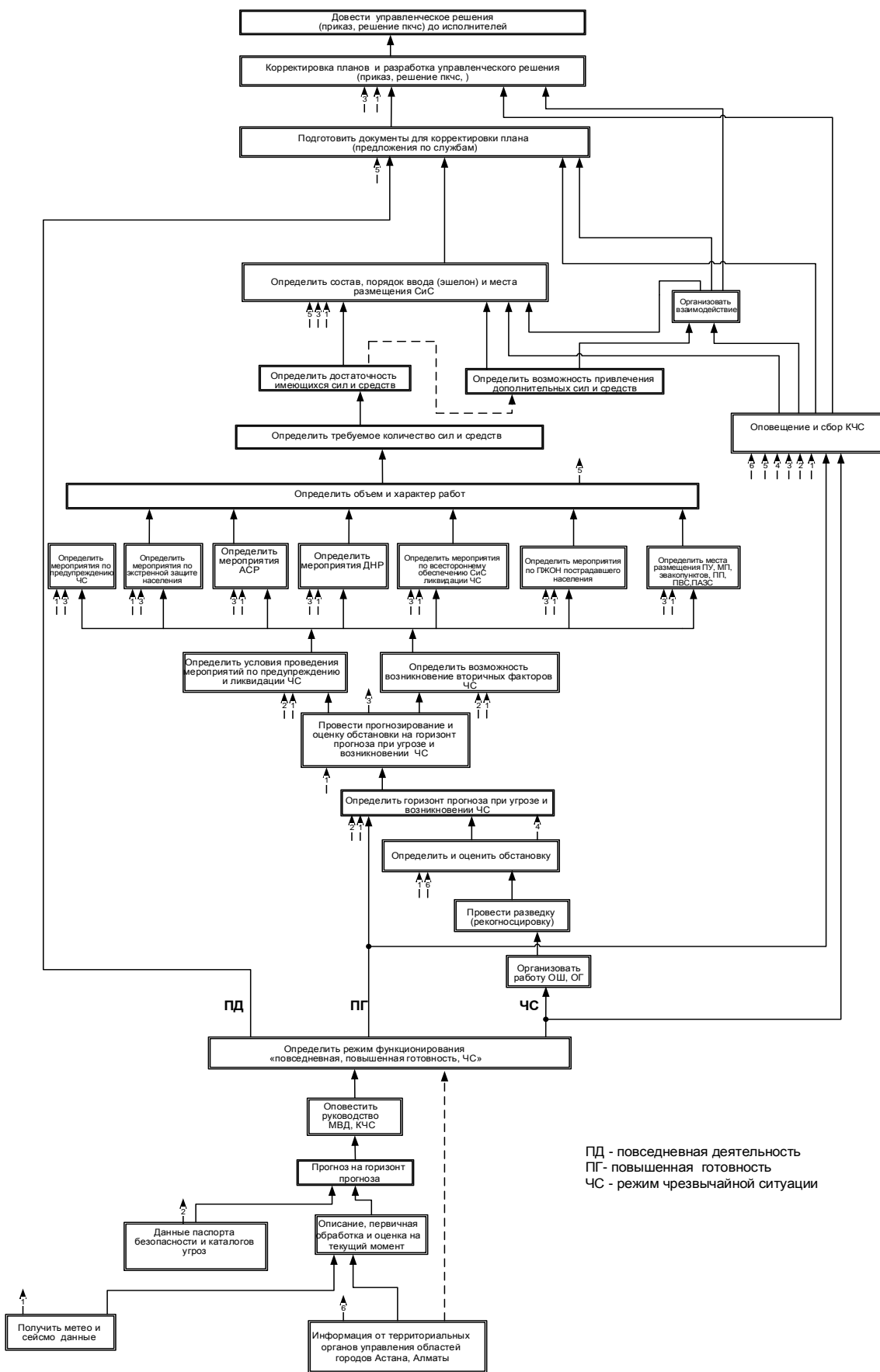


Рисунок 2 - Алгоритм действий ОДС ЦУКС

### Своевременность

«Своевременность – это способность совершить что-либо в нужный момент времени» [13].

В нашем случае, своевременность информационного обмена – это способность ОДС провести информирование органов управления структурных подразделений ГСГЗ, а также направить информационные донесения в вышестоящие органы управления в установленные регламентом сроки.

Своевременность информационного обмена между органами управления разных уровней выражаем соответствующим коэффициентом ( $C$ ), лежащем в диапазоне от 0 до 1, т.е. «0» – не своевременно, «1» – своевременно. При этом определяем соответствующий временной промежуток ( $t$ ) от времени поступления информации о ЧС ( $t_0$ ), до нормативного времени передачи соответствующей информации ( $t_{норм}$ ), т.е. при

$$\begin{aligned} t + t_0, C = 1 \\ \text{при } t \rightarrow t_{норм}, C \rightarrow 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Однако при  $t = t_{норм}, C \neq 0$ , т.к. информация своевременно доведена в предельно доступные сроки. Для качественной оценки показателя своевременности для  $t$  вводим эмпирический коэффициент  $S$  смещения равный 20% от нормативного ( $S=0,2$ ).

Необходимо учитывать два показателя своевременности. Это своевременность информационного обмена ( $C_{ио}$ ) и своевременность предоставления информационных донесений ( $C_{дон}$ ).

При этом своевременность поступления информации от нижестоящих органов управления (ЕДДС ДЧС городов и областей) должна учитываться также в виде показателя своевременности информационного обмена.

Своевременность работы ОДС ЦУКС будет складываться из своевременности информационного обмена между органами управления и не зависеть от времени их прибытия, а также своевременности направления информационных донесений различного характера и их качества:

$$C = \frac{\sum_{i=0}^n C_{иобм} \cdot K_{иваж}^* + \sum_{i=0}^n C_{идон} \cdot K_{икач}}{n_{обм} + n_{дон}}, \quad (3)$$

$$C_{иобм} = 1 - \frac{t_{обм}}{(t_{норм} + t_{норм} \cdot 0,2)}, \quad (4)$$

$$C_{идон} = 1 - \frac{t_{дон}}{t_{норм}} \quad (5)$$

где:  $C_{обм}$  – своевременность информационного обмена;

$C_d$  – своевременность представления информационных донесений;

$K_{важ}$  – коэффициент учитывающий необходимость (важность соответствующей службы);

\* – коэффициент для службы может меняться в зависимости от вида ЧС;

$K_k$  – коэффициент качества, учитывающий уровень качества, представленного в вышестоящие органы управления информационных донесений (таблица 1).

Таблица 1 - Коэффициенты качества представленных в вышестоящие органы управления информационных донесений

Качество представленных донесений	Коэффициент качества ( $K_k$ )
Отлично	1
Хорошо	0,75
Удовлетворительно	0,5
Неудовлетворительно	0,25
Донесения не представлены	0

При этом взаимодействующие органы управления предлагается разделить на 3 категории, в порядке зависимости от вклада в мероприятия по предупреждению или ликвидации ЧС:

Первая группа – экстренные оперативные службы 112, 101,102,103, 104, ( $K_{важ} = 1$ );

Вторая группа – службы, привлекаемые к ликвидации в зависимости от вида ЧС ( $K_{важ} = 0.75$ );

Третья группа – остальные взаимодействующие структуры (учитываются только службы, имеющие повседневные органы управления) ( $K_{важ} = 0.5$ ).

### Эффективность

«Эффективность – способность приводить к нужным результатам» [13].

Показатель своевременности доведения информации и представления информационных донесений не отражает всего спектра продуктивности и результативности работы ОДС ЦУКС, в частности он не учитывает качество труда и, кроме того, достаточность мер по привлечению сил привлекаемых к ликвидации ЧС. Близким по значению к понятию «своевременность», но более широким по содержанию является понятие «эффективность». Эффективность ОДС ЦУКС выражает степень результативности совместных действий при соответствующем соблюдении требований руководящих документов (в том

числе и служб экстренного реагирования) и наименьших временных показателях. Эффективность ОДС в отличие от своевременности выражает не только количественные, но и качественные результаты действий. Другим важным достоинством показателя эффективности является отражение в нем временных показателей прибытия взаимодействующих структур.

Эффективность ОДС ЦУКС будет тем выше, чем быстрее соответствующие силы и средства, предназначенные для ликвидации данного вида ЧС, придут в район проведения работ.

Эффективность информационного обмена величина, зависящая от своевременности прибытия сил и средств, предназначенных для ликвидации. Время  $Ч$  для оценки эффективности – время начала ЧС принимается равным времени поступления информации в орган управления соответствующий уровню ЧС, т.е. время поступления информации в повседневные органы управления соответствующей аварийно- спасательной службы (ДДС АСС).

$$\Theta = \frac{\sum_{i=0}^n \Theta_i \cdot K_{i\text{важ}}}{n}, \quad (6)$$

$$\Theta_i = 1 - \frac{t_{\text{приб}}}{t_{\text{норм}} + t_{\text{норм}} \cdot S}, \quad (7)$$

при  $\Theta < 0$  принимаем  $\Theta = 0$

где:  $\Theta_i$  - эффективность информационного обмена с взаимодействующими структурами;

$K_{i\text{важ}}$  – коэффициент важности АСС для ликвидации ЧС.

Коэффициент эффективности во время поступления информации в ДДС равен единице. Время прибытия стремится к нормативному, а эффективность по мере приближения времени к нормативному стремится к нулю. Однако коэффициент эффективности при прибытии в предельный нормативный срок не может быть равен нулю.

Поэтому для качественной оценки показателя своевременности, для  $t$  вводим эмпирический коэффициент смещения  $S$ , равный 20% от нормативного ( $S=0,2$ ), учитывающий время обработки информации и время на сбор - выезд.

При этом взаимодействующие органы управления предлагается разделить на 3 категории в порядке зависимости от вклада при проведении АСНР:

1 - экстренные оперативные службы ( $K_{i\text{важ}}=1$ );

2 - службы непосредственно привлекаемые к АСНР ( $K_{i\text{важ}}= 0,75$ );

3 - остальные взаимодействующие структуры ( $K_{i\text{важ}}=0,5$ ) (учитываются только, службы, имеющие повседневные органы управления).

### Оперативность

«Оперативность - способность правильно и быстро осуществлять те или иные практические задачи» [13].

*Оперативность (O)* – коэффициент, учитывающий своевременность оповещения и прибытия дополнительных сил и средств, привлекаемых по решению руководителя аварийно-спасательными работами и/или вышестоящих органов управления.

Для руководителя ликвидации ЧС важно не только количество и своевременность прибытия сил, но и их оснащенность, и достаточность для ликвидации ЧС. Поэтому, в ходе ликвидации ЧС в ОДС ЦУКС от руководителя ликвидации ЧС и/или вышестоящих органов управления часто поступают задачи по привлечению дополнительных сил и средств, и задач по организации обеспечения деятельности в зоне ЧС. И то, и другое может измеряться временем исполнения. Таким образом, оперативность - это отношение количества своевременно выполненных задач к общему количеству полученных задач от вышестоящих органов управления и/или руководителя ликвидации ЧС.

$$O = \frac{Z_{\text{выполн}}}{Z_{\text{пол}}}, \quad (8)$$

где  $Z_{\text{пол}}$  – количество полученных задач от вышестоящих органов управления;

$Z_{\text{выполн}}$  – количество своевременно выполненных задач (учитываются задачи по информированию, оповещению и привлечению дополнительных сил и средств).

Для расчета показателя качества деятельности ОДС ЦУКС при реагировании на ЧС, пожар или другие социально значимые происшествия требуется ряд исходных данных.

Так, для понимания общих характеристик ЧС, объема выполняемых аварийно-спасательных и неотложных работ, а также обстановки, складывающейся в ходе ликвидации, необходима общая информация по реагированию на ЧС.

Для расчета показателя эффективности будут являться время прибытия основных и дополнительных сил и средств, необходимых для ликвидации ЧС. Для получения необходимых данных следует воспользоваться журналом учета поступления информации, в котором отражаются все основные показатели.

При расчете показателя своевременности необходимо учитывать временные показатели регламента информационного обмена в вышестоящие органы управления.

Для расчета коэффициента оперативности, данные берутся из журнала полученных и отданных распоряжений.

Расчет показателя качества деятельности ОДС ЦУКС предлагается вести посуточно.

Для расчета эффективности и своевременности рекомендуется использовать не менее пяти основных показателей, этого достаточно для того, чтобы определить коэффициенты достаточно точно. Например, могут быть использованы данные по основным службам экстренного реагирования («101», «102», «103», «112»), а также ДДС местных исполнительных органов.

Практический расчет показателя качества деятельности ОДС ЦУКС, проведенный в рамках реализации научно-исследовательской работы показал, что полученные показатели коэффициента своевременности гораздо выше показателя эффективности. Это подтвердило наши предположения о смещении акцента при подготовке органов управления в сторону деятельности ЦУКС как информационных центров, а не органов управления.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить следующее: важнейший показатель эффективности действий экстренных оперативных служб - время их оперативного реагирования. Его сокращение непосредственно влияет на тяжесть последствий происшествия или ЧС (сокращение числа умерших и пострадавших, а также уменьшение общего материального ущерба).

Недостаточный уровень организации взаимодействия с момента поступления вызова (сообщения о происшествии) до оказания помощи пострадавшим при привлечении нескольких экстренных оперативных служб является одной из основных причин высокой смертности при происшествиях и ЧС.

Для получения качественных результатов необходимо соблюдение ряда организационных требований в ходе практических мероприятий по подготовке или реальном реагировании на ЧС, пожары и другие социально-значимые происшествия, в том числе это:

- качественное ведение журнала приема передачи информации;
- четкая фиксация временных показателей информационного обмена и предоставления информационных донесений в заинтересованные органы управления;
- качественное ведение журнала полученных и отданных распоряжений;
- при получении задач от вышестоящего органа управления, руководителя ликвидации ЧС или руководителя тушения пожара необходимо проводить уточнение конкретных временных показателей по исполнению данной задачи;
- при необходимости производить снятие стенограммы переговоров оперативно дежурной смены;
- качественная фиксация прибытия сил и средств ГСГЗ к месту происшествия.

Одним из путей выхода из создавшейся ситуации, видится разработка и внедрение принципиально новой методики подготовки личного состава органов повседневного управления [14-18].

## Список литературы

1. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь / Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева - М.: «Флайст», информационно-издательский центр «Геополитика», 2001. - 240 с.
2. Приказ Председателя Комитета по чрезвычайным ситуациям Министерства внутренних дел Республики Казахстан. О внесении изменений и дополнений в приказы Председателя КЧС МВД Республики Казахстан: утв. 18 сентября 2015 года, № 270. Об утверждении уставов РГУ, ГУ и организаций, находящихся в ведении КЧС МВД Республики Казахстан: утв. 11 ноября 2014 года, № 31. Об утверждении Положений о структурных подразделениях КЧС МВД Республики Казахстан: утв. 22 декабря 2014 года, № 68.
3. Ногин В.Д. Введение в оптимальное управление: учебно-методическое пособие. - СПб: «ЮТАС», 2008. - 92 с.
4. Арифджанов С.Б., Добров А.В. Системный анализ функционирования органов управления Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан в условиях военного времени // Сборник научных трудов ФГБВОУ ВО «Академия Гражданской защиты МЧС России» - 2016. - № 6. - С. 89.
5. Арифджанов С.Б. Концептуальная модель принятия управленческих решений на ликвидацию ЧС Центром управления в кризисных ситуациях Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. - 2016. - № 1. - С. 52.
6. Приказ Председателя Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан. Об утверждении Регламента организации деятельности дежурной части ЦУКС КЧС МВД Республики Казахстан: утв. 12 мая 2016 года, № 122.
7. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан. Регламент организации взаимодействия и обмена оперативной информацией между Центром оперативного управления ДОП и РКЦ КЧС МВД Республики Казахстан, и дежурными службами Республики Казахстан: утв. 15 сентября 2014 года.
8. Приказ МВД Республики Казахстан. Об утверждении Правил координации деятельности дежурных диспетчерских служб и полномочий единой дежурно-диспетчерской службы «112» на территории Республики Казахстан: утв. 23 февраля 2015 года, № 138.
9. Приказ КЧС МВД Республики Казахстан. О некоторых вопросах дежурных служб: утв. 19 мая 2016 года, № 134.
10. Приказ КЧС МВД Республики Казахстан. О внесении изменений в приказ исполняющего обязанности Председателя Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан: утв. 27 октября 2017 года, № 193. О некоторых вопросах дежурных служб: утв. 19 мая 2016 года, № 134.
11. Тетерин И.М., Топольский Н.Г., Чухно В.И. Центры управления в кризисных ситуациях и система информирования и оповещения населения:

учебное пособие / под общ. ред. Н.Г. Топольского - М.: Академия ГПС МЧС России 2010. - 269 с.

12. Иванов А.Ю., Клавдеев А.Г., Петросян С.А. Концепция оценки эффективности функционирования центра управления в кризисных ситуациях как сложной организационно-технической системы [Электронный ресурс] / А.Ю. Иванов // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. - 2015. - №1. - Режим доступа: <http://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V71/11.pdf>.

13. Ушаков Д.Н. Толковый словарь современного русского языка: Около 100000 слов / Д.Н. Ушаков. - М.: Аделант, 2013. - 800 с.

14. Архипова Н.И. Управление в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / Н. И. Архипова, В. В. Кульба; Федер. агентство по образованию, Рос. гос. гуманитар. ун-т. - М.: РГГУ, 2008. - 473 с.

15. Кириллов Ю.Ф. и др. Организация управленческой деятельности. Ч.1: учебное пособие / Кириллов Ю.Ф. ч.2. - М.: МО, 2002.

16. Хохлачев Е.Н. Организация и технология выработки решения при управлении войсками и системой. Ч.1.: учебное пособие / Хохлачев Е.Н. - М.: МО, 1999. - 284 с.

17. Рубахин В.Ф., Ломов Б.Ф., Васильев А.А., Офицеров В.В. Военная инженерная психология. - М: Воениздат, 1970. - 400 с.

18. Калайдов А.Н., Мирзаянц А.В., Крылов А.М., Грачев В.А., Прус Ю.В., Рожков А.В., Бутузов С.Ю., Сулименко В.А., Кузьмина О.А., Лукин И.А. Профессиональная переподготовка специалистов с пожарно-техническим образованием для работы в ЦУКС, НЦУКС: учебная программа. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. - 67 с.

*С.Д. Шәріпханов<sup>1</sup>, С.Б. Арифджанов<sup>1</sup>, А.С. Айтеев<sup>1</sup>, М.Қ. Батырқұлов<sup>2</sup>*  
*<sup>1</sup>Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*  
*<sup>2</sup>Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК дағдарысты басқару орталығы*

## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ІІМ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАР КОМИТЕТІ ДАҒДАРЫСТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДА БАСҚАРУ ОРТАЛЫҒЫНЫҢ ЖЕДЕЛ КЕЗЕКШІ АУЫСЫМЫНЫҢ ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІ СИПАТТАҒЫ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДА ІС-ҚИМЫЛДАРЫҢ БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Мақалада «Қазақстан Республикасы ІІМ төтенше жағдайлар Комитетінің дағдарысты басқару орталығының күнделікті жұмысының тұрақтылығын арттыру үшін ғылыми негізделген шараларды әзірлеу» тақырыбында ғылыми-зерттеу жұмысын жүзеге асырудағы екінші «теориялық» кезеңінің нәтижесінде алынған дағдарыстық жағдайларда басқару орталығының жедел кезекші ауысымының табиғи және техногенді сипаттағы төтенше жағдайларда іс-қимылдарың бағалау әдістемесі келтірілген. Бағалаудың бастапқы деректерін және нәтижелерін сипаттайды.

*Түйін сөздер:* Азаматтық қорғаудың мемлекеттік жүйесі, апаттарды басқару, дағдарысты басқару орталығы, күнделікті қызмет.

*S.D. Shariphanov<sup>1</sup>, S.B. Arifjanov<sup>1</sup>, A.S. Aiteev<sup>1</sup>, M.K. Batyrkulov<sup>2</sup>*  
*<sup>1</sup>Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan*  
*<sup>2</sup>Crisis management Center of the Committee for emergency situations of the MIA of the Republic of Kazakhstan*

## METHODOLOGY OF ESTIMATION OF ACTION OF OPERATIVE DUTY SHIFT OF THE COMMITTEE FOR EMERGENCY SITUATIONS OF THE MIA REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN THE RESPONDING TO NATURAL AND MAN-MADE EMERGENCIES

The article presents methodology of estimation of action of operative duty shift of the committee for emergency situations of the MIA Republic of Kazakhstan in the responding to natural and man-made emergencies resulting from the second «theoretical» stage in the framework of the research project on «Development of science-based measures to increase the stability of daily operations control center in crisis situations CES MIA of the Republic of Kazakhstan».

*Keywords:* state civil protection system, disaster management, center management in crisis situations, daily activities.

*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*

## **АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ПРОБОПОДГОТОВКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОБ НА НАЛИЧИЕ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Разработан комплект автоматических устройств пробоподготовки, состоящий из унифицированных центробежных аппаратов и концентратора-выпаривателя. Приведена их конструкция и технические характеристики.

*Ключевые слова:* опасные химические вещества, автоматические устройства пробоподготовки, конструкция, технические характеристики.

По результатам оптимизации отдельных пробоподготовительных операций была выявлена возможность уменьшения времени обработки проб, совмещения и унификации указанных процессов и использования автоматических устройств для извлечения и концентрирования микропримесей в пробах. Блоки устройств должны быть легкосъёмными и взаимозаменяемыми и иметь возможность быть установленными на базовом унифицированном модуле, имеющем электропривод, электромеханические управляемые дозаторы и т.п. Составленный из отдельных 3 – 5 блоков автоматизированный модуль может служить приставкой к таким средствам измерений, как хроматограф, хромато-масс-спектрометр и другие аналитические приборы при определённых видах анализа опасные химические вещества (ОХВ) в пробах.

На основании универсальных алгоритмов и математического моделирования автоматического устройства пробоподготовки (АУПП) разработана конструкция концентратора-выпаривателя. Благодаря малым габаритам и потребляемой электроэнергии, а также отсутствию стеклоизделий и вакуумной системы с водопотреблением, концентратор-выпариватель можно использовать как в стационарных аналитических лабораториях, так и в полевых условиях [1].

На рисунке 1 показана конструкция одномодульного концентратора-выпаривателя.

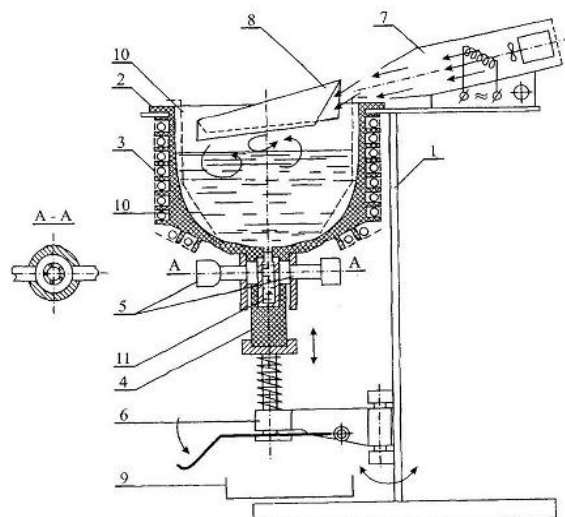


Рисунок 1 - Конструкция одномодульного концентратора-выпаривателя:  
1 – основание; 2 – испарительная чаша; 3 – нагреватель; 4 – сменный сборник концентрата; 5 – датчик уровня концентрата; 6 – прижимной механизм; 7 – тепловентилятор; 8 – воздухораспределитель; 9 – поддон; 10 – сменная чаша; 11 – прозрачный бюкс

Концентратор-выпариватель содержит сепарационный модуль, коаксиально закреплённый в корпусе, блок управления и термостатирования, при этом экстракционный и сепарационный модули установлены в корпусе подвижно на опорах параллельно в вертикальной плоскости. Экстракционный модуль изготовлен в виде кольцевого штатива с гнездами для сменных стаканов и снабжён сменным сборником экстракта и кольцевой камерой со сливным штуцером, сменные стаканы изготовлены с сепарационной крышкой, причём групповой электропривод обеспечивает вращательно-колебательное движение штатива в режиме экстракции и вращательное движение ротора – в режиме сепарации.

Вращение жидкости нагретым воздухом облегчает условия её испарения и исключает осаждение микропримесей на внутренней поверхности испарительной чаша. Использование одновременно нескольких чаш (4 или 6) позволяет эффективно использовать нагретый воздух от тепловентилятора без увеличения его мощности, что увеличивает производительность.

За счёт подогрева испарительной ёмкости и использования центробежных сил, накладываемых в камере испарения на нагретый воздушный поток, обеспечивающий турбулизацию над испаряемой поверхностью, удалось интенсифицировать процесс испарения. Фотодатчик с системой регулирования и сменный легкосъёмный сборник концентрата позволяют в автоматическом режиме получить заданный объём концентрата с погрешностью не более 0,1 %.

На рисунке 2 показана конструкция двухмодульного экстрактора-сепаратора с параллельным размещением экстракционного и сепарационного блоков, вариант со сменными сборниками экстракта [2].

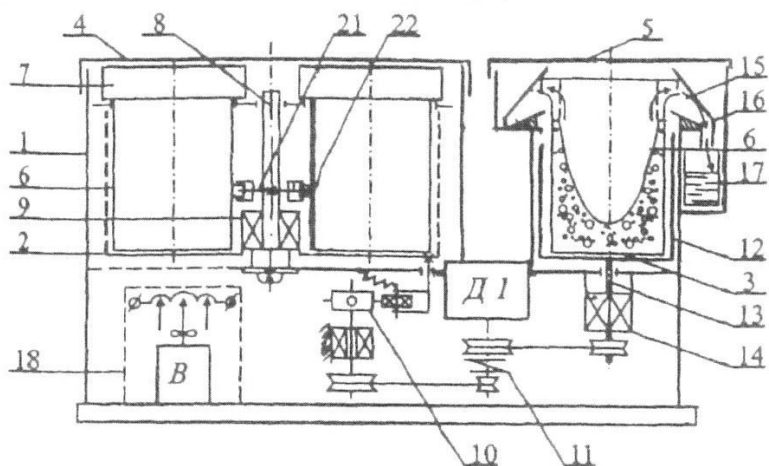


Рисунок 2 - Конструкция двухмодульного экстрактора-сепаратора с параллельным размещением экстракционного и сепарационного блоков:

1 – корпус; 2 – экстракционный модуль в виде подвижно закреплённого кольцевого штатива; 3 – сепарационный модуль; 4 – крышка экстракционного модуля; 5 – крышка сепарационного модуля; 6 – сменный стакан; 7 – сепарационная крышка; 8 – ось; 9 – подшипниковый узел; 10 – колебательный механизм; 11 – переключающая муфта; 12 – полый вращающийся цилиндрический ротор; 13 – вал; 14 – подшипниковый узел; 15 – невращающаяся кольцевая камера (коллектор); 16 – сливной штуцер; 17 – сменный сборник экстракта; 18 – тепловентильатор

На рисунке 3 показан внешний вид автоматизированных устройств подготовки проб к анализу АУПП [3, 4].



а

б

в

Рисунок 3 - Внешний вид АУПП к анализу АУПП:

а – жидкостной экстрактор-сепаратор; б – жидкостной экстрактор-сепаратор для твёрдых проб; в – концентратор-выпариватель

Основные технические характеристики малогабаритных АУПП приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные технические характеристики малогабаритных АУПП

Наименование характеристики*	Жидкостной экстрактор-сепаратор	Жидкостной экстрактор-сепаратор для твёрдых проб	Концентратор-выпариватель
Габаритные размеры, не более, мм	270x240x370	310x280x350	300x210x340
Потребляемая мощность, не более, Вт	50	50	150 – 250
Напряжение питания, В	220	220	220
Время экстрагирования (выпаривания) рекомендуемое, использование таймера, мин	5	5	(3 – 5)
Температура экстрагирования (выпаривания), °С	20 – 24	20 – 24	(60)
Объём отбираемого экстракта (концентрата), мл	10 – 200	10 – 200	(0,1 – 0,5)
Объём обрабатываемых проб (экстрактов)	5 – 300 мл	10 – 200 мг	(5 – 50 мл)
Коэффициент извлечения $R$ (концентрирования $I$ )	до 95 %	до 95 %	(50 – 500 раз)
Число оборотов шнека, об/мин	0 – 1200	–	–
Число оборотов экстракционного стакана в режиме сепарации, об/мин	до 250	до 250	–

\* в скобках приведено наименование характеристики для концентратора-выпаривателя.

Результаты сравнительной оценки пробоподготовки, проводимой с использованием предлагаемого алгоритма и разработанных АУПП, с прототипами и ручным способом представлены [4, 5] в табл. 2.

Таблица 2 - Результаты сравнительной оценки пробоподготовки, проводимой с использованием предлагаемого алгоритма и разработанных АУПП, с прототипами и ручным способом

Наименование характеристики	Ручной способ	Существующие устройства	Разработанные АУПП
Коэффициент извлечения $R$ , %	до 70	до 80	до 95
Время пробоподготовки $t$ , мин	10 – 15	5 – 7	3 – 5
Погрешность, %	до 35	до 5	до 2

В настоящее время авторы работают над разработкой новых малогабаритных АУПП, реализующих алгоритм пробоподготовки проб грунта.

*Выводы:*

1. Разработаны конструкция и изготовлены три типа АУПП.
2. Экспериментально определены технические характеристики АУПП.

3. В результате совершенствования и автоматизации пробоподготовки достигнуто уменьшение времени обработки пробы при стабилизации и повторяемости результатов с заданной погрешностью и возможностью использования разработанных АУПП в составе мобильных комплексов для мониторинга и контроля ЧС.

#### Список литературы

1. Пат. 2275243 Российская Федерация, Концентратор-выпариватель / С.Н. Гришин, Д.В. Сорвин, А.А. Миронов, В.А. Пашинин.
2. Пат. 2275225 Российская Федерация, «Экстрактор-сепаратор» / С.Н. Гришин, Д.В. Сорвин, А.А. Миронов, В.А. Пашинин.
3. Новиков С.В., Миронов А.А. Проведение подготовки проб компонентов природной среды для определения опасных химических веществ // Сб. тр. научн. конф. «Экологические проблемы при эксплуатации, хранении и утилизации В и ВТ» - М.: ЭЦ МО РФ, 2007. - С. 87-90.
4. Пашинин В.А., Миронов А.А. и др. Автономная машина подготовки проб АМПП: методические указания к лабораторной работе. - М.: ВУ РХБЗ, 2000. - С. 89-92.
5. Латышенко К.П. Экологический мониторинг. - М.: Юрайт, 2017. - 375 с.

*С.А. Гарелина, К.П. Латышенко, А.А. Миронов, И.А. Павлюченко  
Ресей ТЖМ Азаматтық қорғау Академиясы, Химки қ.*

#### СЫНАМАЛАРДЫ ХИМИЯЛЫҚ ҚАУІПТІ ЗАТТАРДЫҢ БАР БОЛУЫНА ТАЛДАУ ҮШІН АВТОМАТТЫ СЫНАМАЛАРДЫ ДАЙЫНДАУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫ

Концентрат-булағыш және унифицирленген орталық аппараттардан тұратын автоматты сынамаларды дайындау құрылғыларының кешені өңделді. Олардың конструкциялары мен техникалық сипаттамалары келтірілген.

*Түйін сөздер:* қауіпті химиялық заттар, сынамаларды дайындаудың автоматты құрылғылары, конструкция, техникалық сипаттамалар.

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

#### AUTOMATIC SAMPLING DEVICES FOR ANALYSIS OF SAMPLES TO AVAILABILITY CHEMICALLY HAZARDOUS SUBSTANCES

A set of automatic sample preparation devices consisting of unified centrifugal apparatuses and a concentrator-evaporator has been developed. Their design and technical characteristics are given.

*Keywords:* hazardous chemicals, automatic sample preparation devices, design, technical characteristics.

А.С. Айтеев<sup>1</sup>, Е.К. Нурсеитов<sup>2</sup>, А.А. Абдрахманов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан

<sup>2</sup>Главный штаб Главного командования НГ Республики Казахстан

## **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПОЛОСЫ ПРЕПЯТСТВИЙ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ И ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ НА БАЗЕ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА КОКШЕТАУСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА КОМИТЕТА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ МВД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

В данной статье изложены особенности и принципы подготовки специалистов территориальных подразделений уполномоченного органа в сфере гражданской защиты. Представлено обоснование необходимости разработки полосы препятствий военной подготовки и гражданской обороны на базе Учебного центра (полигона) Кокшетауского технического института, предложена возможная структура и состав учебных мест.

*Ключевые слова:* полоса препятствий, военная подготовка, гражданская оборона, органы гражданской защиты, психофизическая подготовленность, выносливость.

Физическая подготовка в подразделениях гражданской защиты Республики Казахстан носит ярко выраженный служебно-прикладной характер, причём с каждым годом эта тенденция всё больше усиливается [1].

Однако не все разделы физической подготовки в равной степени решают задачи служебной направленности – так же, как и конкретные физические упражнения имеют неодинаковое значение для различных специальностей сотрудников органов гражданской защиты [2]. Решающую роль в системе обучения и воспитания личного состава играют разделы физической подготовки, способствующие формированию служебно-прикладных навыков и развитию выносливости [3, 4].

В настоящее время, для решения выявленного противоречия, многие структурные подразделения МВД Республики Казахстан имеют как стандартные, так и специальные комплексы учебных мест – так называемые «полосы препятствий», где личный состав занимается физической подготовкой и совершенствует свои прикладные навыки, необходимые для конкретного вида деятельности. Например, для сотрудников, осуществляющих деятельность по обеспечению охраны общественного порядка, специальная полоса препятствий в основном состоит из учебных мест, позволяющих отрабатывать приемы рукопашного боя, а так же отрабатывать упражнения по обезоруживанию, поимке (розыску) преступников [4].

Функции и задачи, возлагаемые на органы гражданской защиты [5, 6], а также опыт ликвидации ЧС свидетельствует о необходимости

заблаговременного приобретения спасателями практических навыков, приемов и способов проведения аварийно-спасательных работ путем отработки нормативов на учебно-тренировочных комплексах, имитирующие возможную обстановку, так как решение этих задач требует высокой организованности и готовности специалистов к работе в команде [7, 8].

Дополнительным обоснованием необходимости разработки учебно-тренировочного комплекса является безусловный рост уровня профессионализма и самого профессорско-преподавательского состава за счет расширения учебной программы, так как при проведении учебно-тренировочных занятий на полигоне преподавателю-инструктору предоставляется возможность моделировать конкретные ситуации влияния поражающих факторов ЧС и вырабатывать предложения по их ликвидации [9, 10].

Исходя из вышеизложенного, постановка научной задачи, решаемой в рамках выполнения научно-исследовательской работы на тему: «Разработка полосы препятствий военной подготовки и гражданской обороны на базе Учебного центра Кокшетауского технического института КЧС МВД Республики Казахстан» следующая: разработать учебно-тренировочный комплекс, который включал бы элементы, имитирующие возможную обстановку в зоне ЧС способствующий как общему физическому развитию и выносливости, так и психологической устойчивости обучаемых.

Проведённый анализ литературных источников, посвящённых проблеме совершенствования служебно-профессиональной деятельности специальных органов позволил установить, что задача подбора средств, методов повышения эффективности процесса обучения, а также научное обоснование целенаправленного их использования в процессе различных форм физической подготовки является в настоящее время актуальной. Вместе с тем, каждый вариант объединения учебных мест в тренировочный комплекс формируется на основе индивидуальных особенностей преследуемой цели.

Таким образом, в результате исследования установлено, что задачи формирования структуры специальных учебных комплексов по военной подготовке и гражданской обороне необходимо решать с позиции системного подхода, который, как общенаучная методология достаточно эффективно выполняет функции, связанные с постановкой проблем в специальных науках и функции анализа конкретного научного задания с системной точки зрения [11].

Системный анализ возлагаемых функций и решаемых задач сотрудниками органов гражданской защиты, проведенный в рамках выполнения научно-исследовательской работы, позволил авторам разработать структурно-функциональную модель полосы гражданской обороны и военной подготовки для сотрудников гражданской защиты, схема которой представлена на рисунке 1.

Схема отражает возможную последовательность и взаимное расположение элементов (учебных мест) на полосе препятствий,

способствующих формированию индивидуальных и командных навыков, профессиональной, физической, огневой и тактико-специальной подготовки.

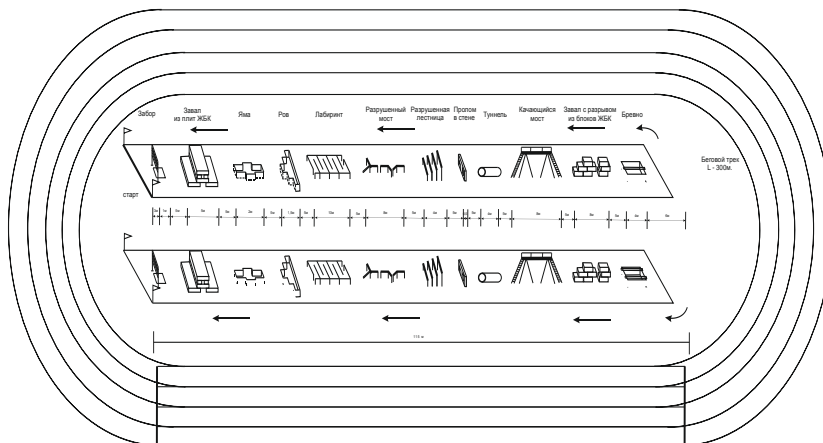


Рисунок 1 - Схема размещения элементов полосы препятствий

Для удобства описания, элементы полосы препятствий целесообразно представить в виде двух основных учебных мест. Первое учебное место «Беговой трек», который имеет овальную форму и состоит из нескольких беговых дорожек. Минимальное количество дорожек должно составлять не менее 4 полос (Рисунок 2).

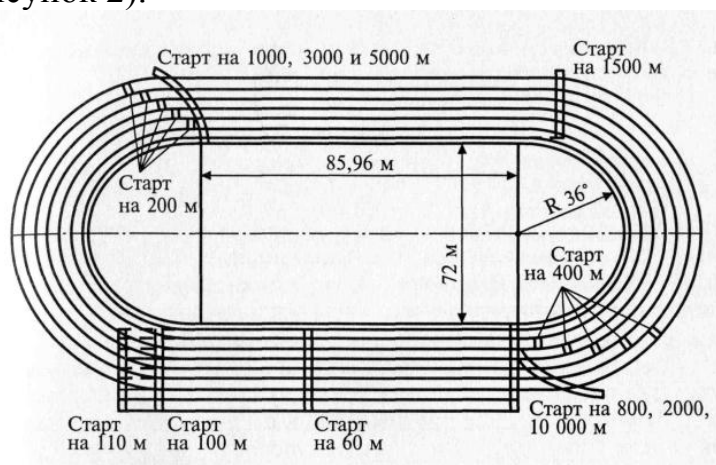


Рисунок 2 - Схема «Беговой трек»

Учебное место позволяет проводить соревнования по бегу и спортивной ходьбе, а также включает секторы для горизонтальных и вертикальных прыжков и секторы для метаний предметов (диск, молот, гранат).

Второе учебное место, полоса препятствий гражданской обороны и военной подготовки имеет размеры около 150-200 метров в длину (рисунок 3). Ее предназначение - выработать у курсантов навыки преодоления препятствий, часто встречающихся в зоне ЧС, развить ловкость, быструю реакцию, выносливость, сделать более интенсивными силовые нагрузки.



Рисунок 3 - Схема «Полоса гражданской обороны и военной подготовки»

Описание элементов, входящих в состав второго учебного места представлено ниже:

1. Линия старта, обозначенная полосой, лентой, флажками;
2. Беговая дорожка для начала ускорения, длина которой составляет 20 метров;
3. Ров, ширина которого может варьироваться от 2 до 3-х метров, а глубина 1,0 м;
4. Элемент «Лабиринт»;
5. Элемент «Забор с наклонной доской», высотой 2-2,2 м.;
6. Элемент «Разрушенный мост», высотой 2,0 м.;
7. Элемент «Разрушенная лестница»;
8. Элемент «Стена с проломами»;
9. Элементы «Колодец» и «Ход сообщения» или «Одиночный окоп»;
10. Элемент «Траншея», глубиной 1,5 м.;
11. Участок для бега, примерной ширины 2,0 м. и длины 20 м.;
12. Линия финиша, обозначенная полосой, лентой, флажками.

Комплектование полосы препятствий рекомендуется в двойном исполнении, так как данный вариант лучше всего подходит для спортивных мероприятий, позволяя организовать ее прохождение двумя потоками на время. Примерная площадь, занимаемая комплексом в этом случае, составит примерно 1300 м<sup>2</sup> в зависимости от габаритов входящих в него элементов.

Размещение элементов, составляющих комплекс возможно как последовательно, так и в хаотичном порядке. Вариант размещения будет зависеть от имеющихся габаритов строительной площадки, но с учетом возможности отработки техники преодоления препятствий отдельно для каждого тренажера.

Описанная полоса препятствия также может быть изготовлена силами территориальных подразделений уполномоченного органа в области гражданской защиты. Не исключено, что предлагаемый состав и размещение могут быть усовершенствованы в процессе изготовления и эксплуатации, а также видоизменяться в зависимости от конкретных местных условий, но не

более 50% от перечисленных сооружений. Только при таком исходе можно утверждать, что учебный комплекс – полоса препятствий военной подготовки и гражданской обороны снабжена достаточным комплектом учебных мест для отработки практических задач в области гражданской защиты.

### Список литературы

1. Бобровик А.П., Любаков А.А., Медведев Р.И. Физическая подготовка сотрудников силовых ведомств к выполнению оперативно-служебных задач в особых условиях // *Современные тенденции развития науки и технологий*. - 2016. - № 10. Вып. 7. - С. 65-72.

2. Бобровик А.П., Любаков А.А. Особенности ведения поединка с применением боевых приемов борьбы в жесткой обуви сотрудниками силовых структур при выполнении служебно-профессиональных задач // *Совершенствование профессиональной и физической подготовки курсантов, слушателей образовательных организаций и сотрудников силовых ведомств: материалы XVIII Международ. научно-практ. конф.* - 2016. - С. 36-38.

3. Бобровик А.П., Ошев А.А. Методические основы самосовершенствования физических качеств и навыков у сотрудников силовых ведомств // *Физическая культура в профессиональном образовании учащихся высшей школы: сб. материалов II Всероссийской научно-практической конференции / под общ. ред. С.Н. Кашина, А.В. Шульженко*. - 2015. - С. 20-24.

4. Бобровик А.П., Грачев К.А., Чудинова О.А. Физические упражнения и их роль в психологической подготовке сотрудников силовых структур // *Оптимизация учебно-воспитательного и тренировочного процесса в учебных заведениях высшего профессионального образования: матер. Всероссийской научно-практ. конф. / отв. ред. Е.В. Панов*. - 2011. - С. 212-215.

5. Республика Казахстан. Закон РК. О гражданской защите: утв. 11 апреля 2014 года, № 188-V (с изменениями и дополнениями по состоянию на 24.05.2018 г.).

6. Приказ МВД Республики Казахстан. Об утверждении правил организации и ведении ГО: утв. 03 июня 2015 года, № 190.

7. Хохлачев Е.Н. Организация и технология выработки решения при управлении войсками и системой. Ч.1.: уч. пос. – М.: МО, 1999. - 284 с.

8. Архипова Н.И. Управление в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / Н.И. Архипова, В.В. Кульба; Федер. агентство по образованию, Рос. гос. гуманитар. ун-т. - М.: РГГУ, 2008. - 473 с.

9. Указ Президента Республики Казахстан. Об утверждении перечня воинских должностей и соответствующих им воинских званий в Вооруженных Силах, других войсках и воинских формированиях Республики Казахстан и внесении изменений в Указ Президента Республики Казахстан от 12 мая 2000 года, № 392. О перечне должностей, замещаемых лицами высшего офицерского и начальствующего состава: утв. 25 декабря 2012 года, № 453.

10. Приказ МВД Республики Казахстан. Об утверждении типовых учебных планов по специальностям высшего и послевузовского образования: утв. 22 июня 2016 года, № 665.

11. Добров А.В. Математические модели. Часть первая: учебное пособие. – Академия гражданской защиты МЧС России, 2000. - 76 с.

*A.C. Aiteyev<sup>1</sup>, E.K. Nurseitov<sup>2</sup>, A.A. Abdrahmanov<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

*<sup>2</sup>Қазақстан Республикасының ҰҰ Бас қолбасшылықтың бас штабы*

## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ИМ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАР КОМИТЕТІ КӨКШЕТАУ ТЕХНИКАЛЫҚ ИНСТИТУТЫНЫҢ ОҚУ ОРТАЛЫҒЫ БАЗАСЫНДА ӘСКЕРИ ДАЙЫНДЫҚ ЖӘНЕ АЗАМАТТЫҚ ҚОРҒАНЫС КЕДЕРГІЛЕР ЖОЛАҒЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-ФУНКЦИОНАЛДЫҚ МОДЕЛІН ӘЗІРЛЕУ

Бұл мақалада азаматтық қорғау саласында мамандарды даярлау ерекшеліктері мен принциптері көрсетілген. Көкшетау техникалық институтының оқу орталығы базасында әскери дайындық және азаматтық қорғаныс кедергілер жолағын әзірлеу қажеттілігі дәлелденіп, оқу орындарының ықтимал құрылымы мен құрамын ұсынды.

*Түйін сөздер:* кедергі жолағы, әскери дайындық, азаматтық қорғаныс, азаматтық қорғау органдары, психофизикалық дайындық, төзімділік.

*A.C. Aiteyev<sup>1</sup>, E.K. Nurseitov<sup>2</sup>, A.A. Abdrahmanov<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan*

*<sup>2</sup>Main headquarters of the Main Command of the National Guard of the Republic of Kazakhstan*

## DEVELOPMENT OF STRUCTURAL-FUNCTIONAL MODEL OF THE OBSTACLE LINE OF MILITARY TRAINING AND CIVIL DEFENSE ON THE BASIS OF THE TRAINING CENTER OF KOKSHETAU TECHNICAL INSTITUTE OF THE COMMITTEE FOR EMERGENCY SITUATIONS OF THE MIA OF REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

This article describes the features and principles of training civil protection specialists. The substantiation of the necessity of creating obstacles line for military training and civil defense on the basis of the Training Center of the Kokshetau Technical Institute is presented, a possible structure and composition of the training places is proposed.

*Keywords:* obstacle line, military training, civil defense, civil protection, psychophysical preparedness, endurance.

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

## **ПОСТРОЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СЕТИ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПО КРИТЕРИЮ «СТОИМОСТЬ – ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ»**

В статье описано построение рациональной структуры сети по критерию «стоимость – эффективность функционирования». Предлагаемый алгоритм построения рациональной структуры сети основывается на оптимизационных методах теории графов и теории надежности технических систем. Рассмотрены примеры анализа эффективности функционирования систем оповещения гражданской защиты с начальной структурой и предлагаемого рационального варианта структуры построения системы оповещения гражданской защиты

*Ключевые слова:* эффективность функционирования, система оповещения гражданской защиты, синтез структуры сети, методы, анализ, алгоритм Краскала.

Система оповещения населения и органов управления гражданской защиты является основным инженерно-техническим инструментом оповещения населения о чрезвычайных ситуациях, а также приведения органов управления и сил гражданской защиты к различным степеням готовности к ликвидации чрезвычайных ситуаций. Соответственно от способности системы эффективно выполнять задачи по предназначению зависит и степень защищенности населения. Поэтому вопросы оповещения и информирования в системе гражданской защиты, а также повышение эффективности функционирования систем оповещения требуют к себе пристального внимания и серьезно влияют на общее состояние безопасности государства.

Парадигма системной инженерии определяет два основных общих подхода к повышению технических характеристик систем - это элементный и структурный подходы [1]. Для решения задачи повышения характеристик системы оповещения в статье рассматривается структурный подход.

Стоимость территориальных систем оповещения во многом определяется расстояниями между пунктами оповещения и центром оповещения. Априори при определении топологии сети связи с минимальной стоимостью необходимо найти топологию с минимальным суммарным весом. Под весами ребер графа принимаются расстояния между пунктами оповещения и центром оповещения. Для этого нам необходимо определить кратчайшую связывающую сеть или экономичное дерево.

В теории графов существует эффективный метод построения односвязных сетей с минимальным суммарным весом ребер. Этот метод основан на алгоритме Краскала (Крускала) [2]. Исходными данными являются

расположение  $N$  узлов и длины ребер между каждой парой – матрица  $L$  (таблица 1). Ниже опишем процесс построения.

На первом шаге узлы соединяются ребром с минимальной длиной  $l_{i=\min}$ . На каждом последующем шаге добавляется самое короткое ребро из оставшихся, но так, чтобы не получилось цикла. Если имеется несколько ребер одинаковой длины, то может быть взято любое из них. Процесс продолжается до тех пор, пока все узлы не окажутся соединенными в одно дерево. Полученную таким образом сеть называют кратчайшей связывающей сетью или экономичным деревом. Полученная подобным образом сеть имеет минимальную длину ребер, однако по другим показателям такая сеть может оказаться не оптимальной.

Для построения оптимальной топологии сети по критерию «стоимость – эффективность функционирования» нам дано множество независимых вершин  $V$  графа  $G$  представляющих собой модель географического расположения центра и пунктов оповещения на местности (рисунок 1, а.).

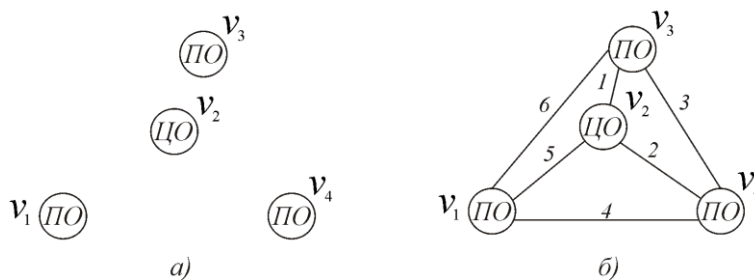


Рисунок 1. а) Множество независимых вершин  $V$  модели территориальной системы оповещения; б) Ненаправленный, ранжированный, полносвязный граф как модель сети территориальной системы оповещения.

На первом этапе объединим все вершины графа «каждый с каждым» и получим полносвязную сеть с априорно максимальной эффективностью функционирования. Зададим ранги ребер графа, которые представляют собой расстояния на местности между вершинами графа (рисунок 1, б.).

Таблица 1 - Ранги полносвязного графа представленного на рисунке 1, б.

Ребра графа в порядке их рассмотрения	$d_{v_2v_3}$	$d_{v_2v_4}$	$d_{v_3v_4}$	$d_{v_1v_4}$	$d_{v_1v_2}$	$d_{v_1v_3}$
Ранги ребер графа	1	2	3	4	5	6

Далее с помощью алгоритма Краскала найдем кратчайшую связывающую сеть (остов) полносвязного графа или экономичное дерево.

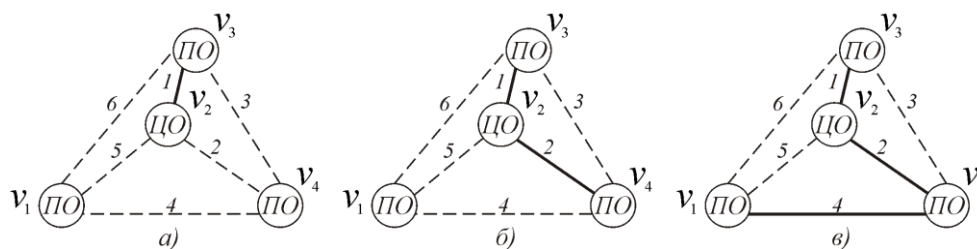


Рисунок 2 - Порядок работы алгоритма Краскала

Первое ребро которое будет рассмотрено -  $d_{v_2v_3}$ , так как его вес минимальный. Добавим его к остову, потому что оно не образует цикл и имеет минимальный ранг. Объединим ребром вершины  $v_2$  и  $v_3$  (рисунок 2, а.). Рассмотрим следующее ребро -  $d_{v_2v_4}$ . Добавим его в остов, так как оно соответствует требованиям алгоритма – является минимальным по весу и не образует цикл. Объединим ребром вершины  $v_2$  и  $v_4$  (рисунок 2, б.). Далее рассмотрим ребро  $d_{v_3v_4}$ , оно нам не подходит, так как образует цикл с ребрами  $d_{v_2v_3}$  и  $d_{v_2v_4}$ . Следующее ребро  $d_{v_1v_4}$ , оно соответствует требованиям алгоритма Краскала – не образует цикл и является минимальным в порядке очередности, поэтому его добавляем в остов графа (рисунок 2, в.). Алгоритм завершает работу, потому что все вершины графа соединены в одно дерево (рисунок 3.).

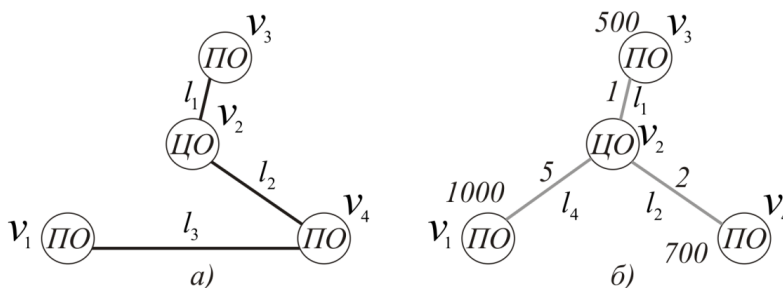


Рисунок 3. а) Экономичное дерево созданное по алгоритму Краскала; б) Граф созданный по принципу иерархичности.

Для дальнейшей оптимизации топологии сети по показателю эффективности функционирования зададим некоторые исходные данные для оценки эффективности функционирования топологии сети. Система работоспособна когда работоспособно хотя бы одно направление оповещения. Эффективность функционирования ребра соединяющего вершины графа равна  $p(l_i) = 0,9$ . Также зададим требуемое значение показателя эффективности функционирования оцениваемой системы оповещения, которая должна быть не менее  $P_{TP}(\Phi) \geq 0,9 \Rightarrow P(\Phi) \geq P_{TP}(\Phi)$ . За показатель эффективности функционирования территориальной системы оповещения определена

вероятность полного охвата оповещением населения анализируемой административно территориальной единицы. Также зададим количество населения попадающего в зону направлений оповещения  $G_{v_1}$  -1000 чел,  $G_{v_3}$  -700 чел.,  $G_{v_4}$  -500 чел.

Далее с помощью методики анализа эффективности функционирования [3, 4] оценим эффективность функционирования экономического дерева, которое состоит из двух направлений оповещения, рисунок 3, а.

Система оповещения с двумя направлениями оповещения может находиться в одном из 4-х состояний ( $S=2^2=4$ ):

$$S_0 = (l_1, l_2 \cdot l_3); S_1 = (\bar{l}_1, l_2 \cdot l_3); S_2 = (l_1, \bar{l}_2 \cdot l_3); S_3 = (\bar{l}_1, \bar{l}_2 \cdot l_3). \quad (1)$$

Полную вероятность функционирования анализируемой территориальной системы оповещения по состояниям выразим как

$$P(\Phi) = \sum_{i=0}^3 p(S_i) \Phi_i, \quad (2)$$

где

$$\begin{cases} p(S_0) = p(l_1) p(l_{2,3}), \\ p(S_1) = p(l_1) q(l_{2,3}), \\ p(S_2) = q(l_1) p(l_{2,3}), \\ p(S_3) = q(l_1) q(l_{2,3}). \end{cases} \quad (3)$$

Условный коэффициент эффективности функционирования определим исходя из условия, что система функционирует, когда функционирует хотя бы одно из направлений оповещения:

$$\begin{aligned} \Phi_0 &= \frac{G_{v_1} + G_{v_4}}{\sum_{i=1}^3 G_{v_i}} \cdot p(l_2) \cdot p(l_3) + \frac{G_{v_3}}{\sum_{i=1}^3 G_{v_i}} \cdot p(l_1); \\ \Phi_1 &= \frac{G_{v_1} + G_{v_4}}{\sum_{i=1}^3 G_{v_i}} \cdot p(l_2) \cdot p(l_3); \Phi_2 = \frac{G_{v_3}}{\sum_{i=1}^3 G_{v_i}} \cdot p(l_1). \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\Phi_i$  - условный коэффициент эффективности функционирования территориальной системы оповещения зависящий от состояния системы;

$G_{v_i}$  - количество населения в административно территориальной единице соответствующей вершине графа  $v_i$ ;

$p(l_i)$  - связность ребер между вершинами графа.

Тогда по выражению (2) получаем, что эффективность функционирования территориальной системы оповещения по рисунку 3, а. равна  $P(\Phi) = 0,577$ . Что не соответствует требуемому значению показателя эффективности функционирования синтезируемой территориальной системы оповещения  $P(\Phi) = 0,577 \not\geq P_{TP}(\Phi)$ .

Для дальнейшего синтеза сети системы оповещения воспользуемся принципом иерархичности территориальных систем оповещения, где информация поступает от центра к пунктам оповещения (рисунок 3, б). Создадим граф, где ребра связи будут исходить от центра оповещения ко всем пунктам оповещения (рисунок 4).

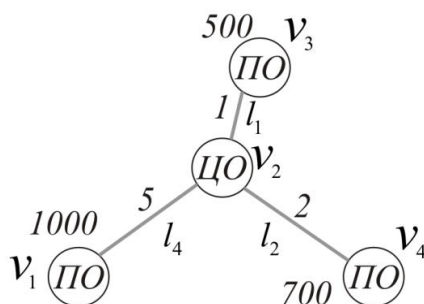


Рисунок 4 - Связный граф где ребра связи определены по принципу иерархичности и соединяют центр оповещения со всеми пунктами оповещения

Оцениваем стоимость оповещения одного человека по каждому ребру и добавляем в экономичное дерево самое минимальное по стоимости ребро.

Оценить стоимость оповещения одного человека через длину линий связи можно следующим образом

$$C_{v_i v_j} = \frac{d_{v_i v_j}}{G_{v_i}} \quad (5)$$

где  $C_{v_i v_j}$  - стоимость оповещения одного человека в пункте  $v_i$ ;

$d_{v_i v_j}$  - расстояние между центром оповещения  $v_j$  и пунктом оповещения  $v_i$ ;

$G_{v_i}$  - количество населения в пункте оповещения  $v_i$ .

Тогда в нашем случае стоимость оповещения человека будет составлять по ребрам  $C_{v_2 v_3} = \frac{1}{500} = 0,002$ ,  $C_{v_2 v_1} = \frac{5}{1000} = 0,005$ ,  $C_{v_2 v_4} = \frac{2}{700} = 0,003$ .

Наименьшее значение у ребра  $l_1$  и мы его резервируем, добавляя ребро  $l_{1/1}$ , и наша структура примет следующий вид (рисунок 5), где серым цветом обозначено добавленное ребро оповещения. Оцениваем модернизированную структуру, вероятность полного охвата оповещением населения составляет

$P_M(\Phi) = 0,73 \times P_{TP}(\Phi)$ . Снова определяем стоимость оповещения человека по ребрам  $C_{v_2v_3} = \frac{2}{500} = 0,004$ ,  $C_{v_2v_1} = \frac{5}{1000} = 0,005$ ,  $C_{v_2v_4} = \frac{2}{700} = 0,003$ .

Минимальная стоимость у ребра  $l_2$  и мы его резервируем рисунок 5, тогда эффективность функционирования составит  $P_M(\Phi) = 0,836 \times P_{TP}(\Phi)$ .

Определяем стоимость оповещения человека по ребрам  $C_{v_2v_3} = \frac{2}{500} = 0,004$ ,

$C_{v_2v_1} = \frac{5}{1000} = 0,005$ ,  $C_{v_2v_4} = \frac{4}{700} = 0,006$ . Наименьшее значение у направления  $l_1$

снова резервируем его тогда эффективность функционирования составит  $P_M(\Phi) = 0,84 \times P_{TP}(\Phi)$ . Стоимость по направлениям оповещения

модернизированной структуры составит  $C_{v_2v_3} = \frac{4}{500} = 0,008$ ,  $C_{v_2v_1} = \frac{5}{1000} = 0,005$ ,

$C_{v_2v_4} = \frac{4}{700} = 0,006$ . Добавляем ребро  $l_4$  и оцениваем эффективность

функционирования, расчетная эффективность функционирования модернизированной с учетом принципа иерархичности топологии территориальной системы оповещения (рисунок 5) равна  $P_M(\Phi) = 0,989 \geq P_{TP}(\Phi)$ , таким образом, эффективность функционирования модернизированной территориальной системы больше требуемой эффективности функционирования  $P_M(\Phi) \gg P_{TP}(\Phi) = 0,9$ . Следовательно, цель синтеза сети территориальной системы оповещения оптимизация по критерию «стоимость - эффективность функционирования» достигнута.

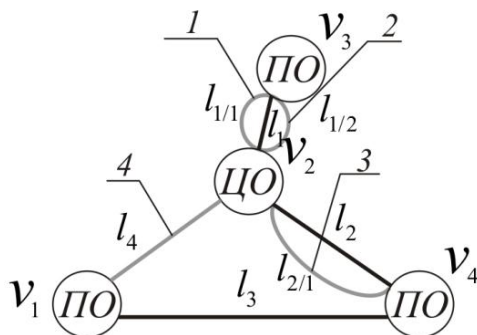


Рисунок 5 - Пошаговый синтез модернизированной экономической системы оповещения до требуемой эффективности функционирования

Тогда методика синтеза топологии сети территориальной системы оповещения по критерию «стоимость и эффективность функционирования» будет иметь последовательность, представленную на рисунок 6.

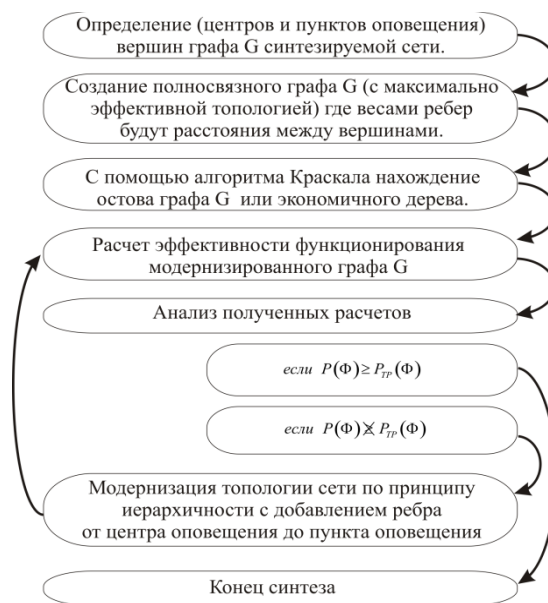


Рисунок 6 - Методика синтеза топологии сети территориальной системы оповещения по критерию «стоимость – эффективность функционирования»

Синтез сети по описанной методике возможен не только для систем оповещения гражданской защиты и информирования населения о чрезвычайных ситуациях, ее можно использовать и для различных видов телекоммуникационных сетей, связанных с доведением информации до большого количества людей. Синтез структуры сети имеет непосредственную зависимость от количества населения в направлениях оповещения и величины требуемого показателя эффективности функционирования.

Методика синтеза сети по критерию «стоимость и эффективность функционирования» предназначена для органов управления гражданской защиты, отвечающих за состояние систем оповещения, и проектирующих организаций, в зону интересов которых входят телекоммуникационные системы.

#### Список литературы

1. Жаулыбаев А.А., Зверев А.П., Дагаргулия С.В. Методика обоснования рациональной структуры сети по критерию «стоимость - эффективность функционирования» для систем оповещения органов управления гражданской защиты // Сборник научных трудов Академии гражданской защиты «Проблемы развития гражданской обороны и защиты населения» – 2017’7 - С. 19-25.
2. Белоусов А.И., Ткачев С.Б. Дискретная математика - М: МГТУ, 2006. - 744 с.
3. Носов М.В. Комбинаторные методы анализа качества функционирования и модернизации систем оповещения населения – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России, 2014. – 304 с.

4. Жаулыбаев А.А. Актуальность и состояние проблемы оценки эффективности функционирования систем оповещения населения (на примере системы оповещения Республики Казахстан) // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты - 2016. - № 1. - С.59-62.

*А.А. Жаулыбаев*

*Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

#### «БАҒА-ТИІМДІ ЖҰМЫС ІСТЕУ» КРИТЕРИІ БОЙЫНША ХАЛЫҚТЫ ХАБАРЛАНДЫРУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ РАЦИОНАЛДЫ ЖЕЛІЛЕРІН ҚҰРУ

Мақалада «бағасы – тиімді жұмыс істеуі» сынағы бойынша желі құрылымының ұтымды құрылысы сипатталған. Ұтымды желілік құрылымды құру үшін ұсынылған алгоритм граф теориясы мен техникалық жүйелердің сенімділік теориясын оңтайландыру әдістеріне негізделген. Азаматтық қорғаудың хабарлау жүйесінің тиімділігі талданған және оның бастапқы құрылымы мен азаматтық қорғаныс жүйесін хабарлау жүйесінің құрылымының ұтымды нұсқасы талданған

*Түйін сөздер:* тиімді жұмыс істеу, азаматтық қорғаудың хабарландыру жүйесі, желілік құрылымның синтезі, әдістер, талдау, Краскал алгоритмі.

*A.A. Zhaulybayev*

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

#### CONSTRUCTION OF THE RATIONAL NETWORK OF WARNING SYSTEMS IN THE CRITERION "COST - EFFECIENCY OF FUNCTIONING"

The article describes the construction of a rational network structure by the criterion "cost - efficiency of functioning". The proposed algorithm for constructing a rational network structure is based on optimization methods of graph theory and reliability theory of technical systems. Examples of the analysis of the effectiveness of civil defense notification systems with the initial structure and the proposed rational variant of the structure of building a civil defense notification system

*Keywords:* efficiency of functioning, civil defense notification system, synthesis of network structure, methods, analysis, Kruskal algorithm.

---

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

---

УДК: 614.849

*vip.darkenbayeva@mail.ru*

*Н.С. Даркенбаева, Е.И. Монтаев, кандидат технических наук  
АО «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности  
и гражданской обороны» КЧС МВД Республики Казахстан*

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОЛЕКУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ КРАСОК

В статье рассматриваются проблемы оценки качества огнезащиты самой готовой конструкции. Методом молекулярно-спектрального анализа проводится исследование по идентификации огнезащитного покрытия, нанесенного на конструкцию с эталонным образцом. Приведены результаты исследования.

*Ключевые слова:* идентификация, огнезащитная краска, молекулярный спектральный анализ, инфракрасная спектроскопия, дифференциальный термический анализ.

Несмотря на осуществления комплекса противопожарных мероприятий, происходят крупные пожары зданий и сооружений как у нас в стране, так и за рубежом, которые наносят большой социально-экономический эффект, а порой влекут за собой травматизм и гибель людей. В рамках рассматриваемой проблемы нас интересует пожары, на которых произошло обрушение металлических строительных конструкций.

Приведем примеры двух таких резонансных пожаров. Пожар в торговом доме «Адем» в г. Алматы в апреле 2015 года. Площадь пожара составила 25 тыс. м<sup>2</sup>. Жертв не было, однако убыток составил 84 млн. тенге. Произошло обрушение междуэтажных перекрытий. Следует привести в пример пожар в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» г. Кемерово, который потряс всю мировую общественность. Погибло более 60 человек, деформированы металлические конструкции, здание признано не пригодным к дальнейшей эксплуатации.

Одной из основных характерных особенностей проектирования зданий и сооружений на современном этапе является применение несущих металлических конструкций. Они имеют высокую прочность, легко и быстро возводимые. Недостатком их является быстрая потеря несущей способности при пожаре. Основной характеристикой здесь является предел огнестойкости, т.е. время, через которое она потеряет свою живучесть. Фактический предел огнестойкости металлической конструкции составляет

около 15 минут. Требуемый же предел огнестойкости для зданий различного назначения доходит до 2,5 часа [1].

Одним из наиболее распространенных способов для защиты металлических конструкций от теплового воздействия пожара является применение вспучивающихся огнезащитных красок. Нанесение такой краски на конструкции толщиной 1-2.5 мм., позволяют повысить предел огнестойкости до требуемого. Однако, в свете происходящих пожаров, возникает большая ответственность за качество краски, правильности ее нанесения, последующей эксплуатации и контроля за огнезащитной эффективностью [2].

Таким образом, безопасность людей и зданий во многом зависит от качества самого огнезащитного состава и от качества его нанесения. На сегодняшний день в лабораторных условиях проводится испытания этих составов, на основании которых производится сертификация продукции. Проблема заключается в том, что качество огнезащиты самой готовой конструкции сводится только к определению толщины огнезащитных составов и визуального осмотра [3].

За последнее время имеются работы, которые приводят методики определения огнезащитной эффективности конструкции в процессе эксплуатации, в том числе в условиях климатического воздействия [4]. Мы же в своей работе поставили цель идентифицировать лакокрасочный материал (далее ЛКМ), нанесенный на конструкцию с эталонным образцом, на основании испытания которого в лабораторных условиях выдавался сертификат соответствия.

Существует криминалистическая экспертиза ЛКМ [5], воспользуемся ей для решения нашей задачи.

Как показывает практика, традиционным являются следующие методы: оптическая световая микроскопия, химический микроанализ, молекулярный спектральный анализ (инфракрасная спектроскопия), эмиссионный спектральный анализ, рентгеновский фазовый анализ. Они позволяют выявить диагностические и идентификационные признаки, не разрушающим способом.

*Процедура испытаний и испытательное оборудование.* Для идентификации огнезащитных покрытий будет использован метод молекулярного спектрального анализа с применением инфракрасной спектроскопии. Применение его позволяет получить наглядную иллюстрацию в виде инфракрасных спектров, что облегчает оценку результатов исследования.

Для проведения исследований на объекте изымаются образцы покрытий (ЛКМ), и далее в испытательных лабораториях проводится их исследование и сравнение с базой данных.

*Результаты молекулярного спектрального анализа.*

На рисунке 1 представлены ИК - спектры образца № 1.

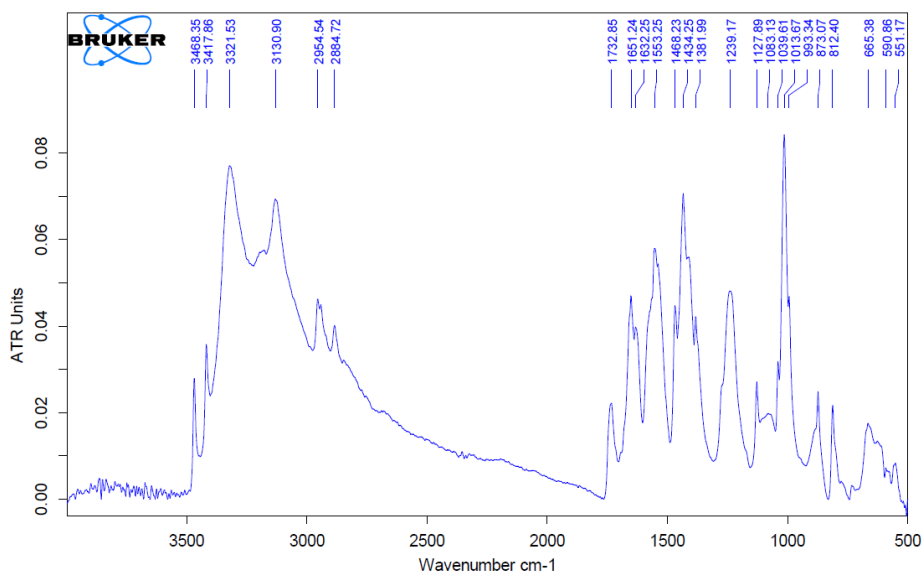


Рисунок 1 - ИК- спектры образца № 1

На рисунке 2 представлены ИК-спектры образца № 2.

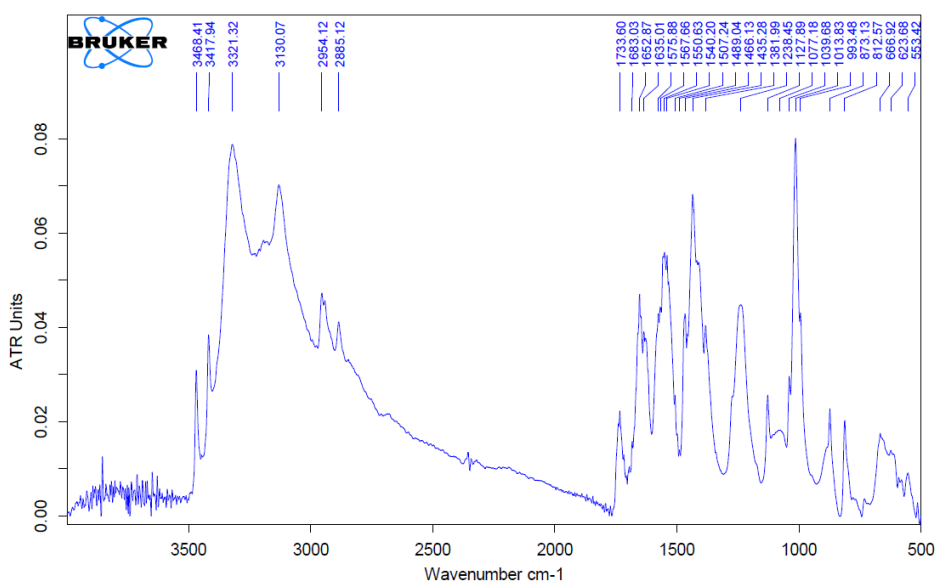


Рисунок 2 - ИК- спектры образца № 2

Сравнение результатов молекулярного спектрального анализа образцов № 1 и № 2 представлено на рис.3.

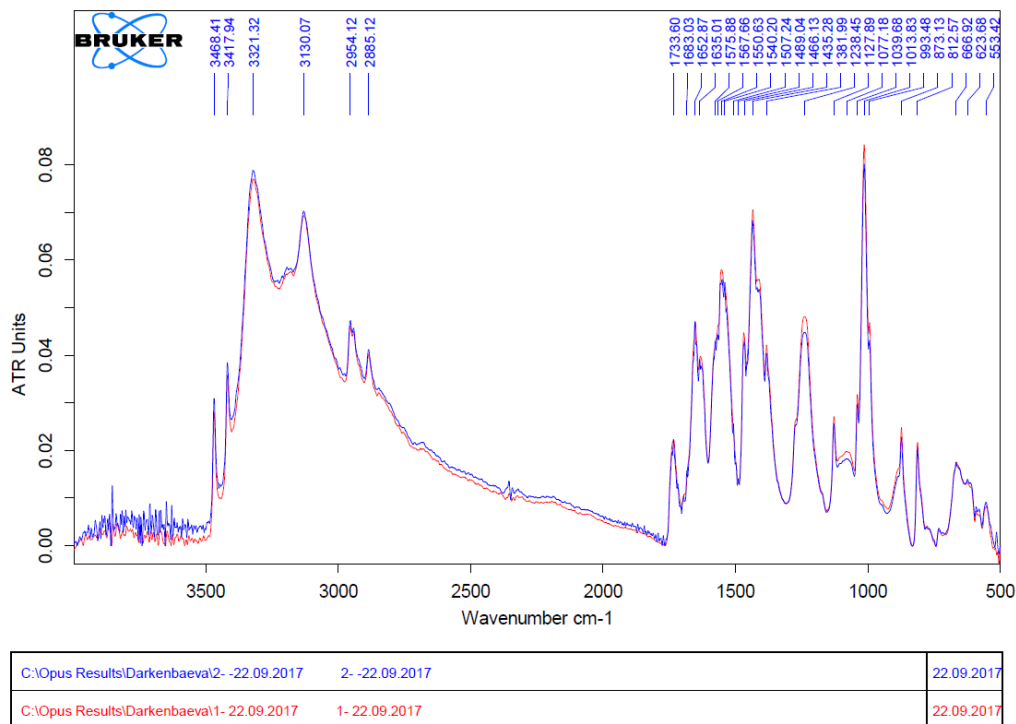


Рисунок 3 - ИК- спектры образцов №1 и №2 в сравнении

*Вывод:* Сравнение ИК спектров показало, что огнезащитное покрытие, которое было отобрано с объекта и исходное огнезащитное покрытие (эталон, идентификатор) по результатам молекулярного спектрального анализа идентичны между собой. Подобие подтверждается совпадением основных полос поглощения во всем диапазоне сканирования (см. рис.3).

Дальнейшим направлением работ в данной области является проведение исследований по применению метода дифференциально - термического анализа для идентификации огнезащитных красок.

### Список литературы

1. Смирнов Н.В., Булгаков В.В., Етумян А.С., Константинова Н.И., Дудеров Н.Г. Результаты и перспективы научно-исследовательских работ по оценке пожарной опасности строительных, текстильных материалов и эффективности средств огнезащиты. // Юбилейный сборник трудов ФГБУ ВНИИПО МЧС России / под общ. ред. В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2012. - С. 34-57.

2. Контроль качества огнезащитных покрытий на объектах методами термического анализа: исторические и современные аспекты решения проблем горения, тушения и обеспечения безопасности людей при пожарах / Н.В. Смирнов [и др.] // Материалы XX Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию создания института. Секция 1. - М.: ВНИИПО, 2007. – 217 с.

3. Булага С.Н., Дудеров Н.Г., Смирнов Н.В. Контроль качества огнезащитных работ // Пожарная безопасность. - 2004. - № 6. - С. 51–56.

4. Оценка огнезащитных свойств покрытий в зависимости от сроков их эксплуатации: методика. - М.: ВНИИПО, 2015. - 31 с.

5. Булага С.Н., Булгаков В.В., Дудеров Н.Г. Проблемы прогнозирования срока службы тонкослойных огнезащитных покрытий // Пожарная безопасность. - 2014. - № 6. - С. 51-56.

*Н.С. Дәркенбаева, Е.И. Монтаев*

*ҚР ИМ ТЖК «Өрт қауіпсіздігі және азаматтық қорғаныс ғылыми-зерттеу институты» АҚ*

### МОЛЕКУЛАЛЫҚ СПЕКТРЛІК ТАЛДАУ ӨРТТЕН ҚОРҒАЙТЫН БОЯУЛАРДЫ СӘЙКЕСТЕНДІРУ ҮШІН ӘДІСІНІҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Мақалада дайын құрылымның өрттен қорғау сапасын бағалау мәселелері қарастырылады. Молекулалық-спектрлік талдау әдісімен құрылымға жағылған өрттен қорғайтын жабынды эталондық үлгімен сәйкестендіру бойынша зерттеу жүргізіледі. Зерттеу нәтижелері келтірілген.

*Түйін сөздер:* сәйкестендіру, өрттен қорғайтын бояу, молекулалық спектрлік талдау, инфрақызыл спектроскопия, дифференциалды термиялық талдау.

*N.S. Darkenbayeva, Y.I. Montayev*

*JSC "Scientific Research Institute of Fire Safety and Civil Defense" of the Comitte for Emergency Situations of the Ministry of internal affairs of the Republic Kazakhstan*

### APPLICATION OF METHOD OF MOLECULAR SPECTRAL ANALYSIS FOR IDENTIFICATION OF FIRE-PROTECTIVE PAINTS

The article deals with the problems of assessing the quality of fire protection of the finished structure. The method of molecular-spectral analysis is used to study the identification of a fire-retardant coating applied to a design with a reference sample. The results of the study are presented.

*Keywords:* identification, flame retardant paint, molecular spectral analysis, infrared spectroscopy, differential thermal analysis.

*Д.К. Сулеев<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор,  
академик Национальной академии наук Республики Казахстан*

*К.К. Карменов<sup>2</sup>, кандидат технических наук*

*Е.Б. Утепов<sup>3</sup>, доктор технических наук, профессор*

*<sup>1</sup>ТОО «Институт сейсмологии», <sup>2</sup>Кокшетауский технический институт  
КЧС МВД Республики Казахстан, <sup>3</sup>Академия гражданской авиации*

## **АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИМЕТАЛЛОВ**

В данной публикации представлены материалы исследования акустических свойств биметаллов. Биметаллы для целей исследования изготавливались самостоятельно из сталей и сплавов. В работе подробно описаны демпфирующие, механические свойства, а также химический состав исследованных литых сталей и биметаллов. Использование биметаллов для целей борьбы с производственным шумом обусловлено их высокими прочностными характеристиками в сочетании с достаточными демпфирующими свойствами. По результатам исследований выделены биметаллы, обладающие повышенной прочностью и пониженным звукоизлучением.

*Ключевые слова:* акустические свойства, биметаллы, ударная вязкость, соударение.

Одним из эффективных средств борьбы с производственным шумом является использование демпфирующих металлических и неметаллических материалов. Однако неметаллы не используются для снижения шума соударений из-за их невысоких прочностных характеристик, а металлические материалы, характеризующиеся высокими прочностными свойствами, обеспечивают снижение шума весьма незначительно, поэтому стал вопрос о создании принципиально новых материалов, которые могли бы иметь высокие прочностные характеристики и достаточные демпфирующие свойства. Такими материалами являются биметаллы, которые позволяют получать такое сочетание служебных свойств, которое нельзя получить в одном отдельно взятом металле или сплаве, например: высокую прочность с коррозионной стойкостью, ударную вязкость с износостойкостью, прочность с высокой электро- и теплопроводностью, высокую прочность и достаточные демпфирующие свойства и т.д. До сих пор робкие попытки использовать биметаллы для снижения шума и вибрации не обеспечили решение проблемы, поэтому весьма актуальным является научное исследование, посвященное разработке биметаллов с повышенными демпфирующими свойствами.

Производство биметаллов описано в работах [1-2].

Демпфирующие свойства биметаллов исследованы в работах [3-6].

В работе изготавливали биметаллы из сталей и сплавов. Биметаллы первой группы, размерами 50x50x5 (10) мм изготавливали следующим образом: к листовой стали Ст.20Х, ТЕ-3 клеим «Момент» прикрепляли алюминиевый лист или стальной лист (таблица 1, 2).

Таблица 1 – Акустические, демпфирующие, механические свойства исследованных литых сталей и биметаллов

№	Марка стали	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							Уровень звука, дБА	$Q^{-1} \cdot 10^{-3}$	$\sigma_B$ , МПа	$a_H$ , Дж/см <sup>2</sup>	$\Psi$ , %	$\delta_5$ , %
		250	500	1000	2000	4000	8000	16000						
1	08	47	41	44	61	75	104	103	106	8,3	315	80	55	25
2	08 кп	46	43	45	60	76	107	105	108	8,4	380	-	60	30
3	10	48	42	46	62	75	106	104	107	9,3	320	70	53	28
4	15	49	42	47	63	72	108	107	110	4,5	410	110	51	25
5	20	44	44	46	64	74	110	108	112	4,1	420	50	55	25
6	25	48	46	45	65	73	111	109	114	3,9	450	80	45	22
7	10Г2	49	47	43	62	72	110	106	110	4,5	430	90	50	22
8	20Г	50	41	44	61	73	109	106	109	5,6	460	90	50	24
9	T1	47	45	47	62	75	107	104	108	5,6	360	90	57	27
10	T2	48	44	48	64	76	109	107	111	5,4	510	95	55	29
11	T3	50	48	49	65	75	107	104	107	10,2	480	101	48	26
12	T4	46	46	47	68	74	105	101	105	10,5	495	110	54	27
13	T5	47	48	48	62	78	102	99	103	12,4	585	90	53	32
14	T6	46	43	44	64	74	103	100	104	11,6	496	95	48	22
15	T7	48	45	47	63	76	109	108	112	9,8	565	85	53	24
16	T8	49	46	48	61	77	108	106	109	6,4	574	87	51	27
17	T1:45	52	48	48	60	75	100	98	101	18,4	250	70	45	22
18	T2:45	51	47	47	62	76	101	100	103	20,1	275	65	40	23
19	T3:45	54	46	46	63	77	102	99	102	18,5	265	65	40	25
20	T4:45	52	45	45	61	74	103	100	103	22,6	280	75	51	21
21	T5:45	49	48	47	63	73	98	96	98	23,4	295	70	52	20
22	T6:45	48	49	48	62	72	100	97	100	22,5	300	60	47	25
23	T7:45	50	44	46	61	73	103	100	103	16,1	210	75	38	26
24	T8:45	49	46	47	60	74	103	99	103	17,5	225	68	40	24
25	20:45	50	43	48	63	75	105	101	105	15,8	215	70	42	22
26	08кп:45	51	48	49	61	75	103	100	103	16,4	215	55	44	28

Таблица 2 – Химический состав исследованных биметаллов

Марка биметалла	Химический состав, % вес							Размеры, мм	Q <sup>1</sup> ·10 <sup>-3</sup>
	C	Si	Mn	Cr	Ti	P3M	Al		
ТЕБМ-1								50x50x10	12,88
Лист-сталь ТЕ-3	0,22	0,28	1,2	0,85	1,1	0,32	-	50x50x5	
Лист-алюминий Al-Si Ал2	-	10-12	-	-	-	-	ост	50x50x5	
ТЕБМ-2								50x50x10	8,11
Лист-сталь30	0,17-0,23	0,17-0,37	0,5-0,8	0,7-1,0	-	-	-	50x50x5	
Лист-алюминий Al-Si Ал2	-	10-12	-	-	-	-	ост	50x50x5	
ТЕБМ-3								50x50x10	
Лист-сталь ТЕ-3	0,22	0,28	1,2	0,85	1,1	0,32	-	50x50x5	
Лист-сталь ТЕ-3	0,22	0,28	1,2	0,85	1,1	0,32	-	50x50x5	
ТЕБМ-4								50x50x10	18,24
Лист-сталь Ст-20Х	0,17-0,23	0,17-0,37	0,5-0,8	0,7-1,0	-	-	-	50x50x5	
Лист-сталь 20Х	0,27-0,35	0,17-0,37	0,5-0,8	0,25	-	-	-	50x50x5	
ТЕБМ-5								40x40x10	
Лист-сталь 20Х	0,17-0,23	0,17-0,37	0,5-0,8	0,7-1,0	-	-	-	40x40x5	
Лист-сталь 20Х	0,17-0,23	0,17-0,37	0,5-0,8	0,7-1,0	-	-	-	40x40x5	

Биметалл ТЕБМ-1 (50x50x10 мм) состоит из двух пластин: из стали ТЕ-3 (50x50x2,5 мм) и алюминиевого сплава Ал2 (50x50x2,5 мм). Обозначение ТЕБМ-1 (С) означает, что соударение происходит по стали ТЕ-3, а не по алюминиевому сплаву Ал2. Обозначение биметалла ТЕБМ-1 (А) означает, что соударение с ударником происходит по алюминиевому сплаву Ал2. Биметалл ТЕБМ-2 состоит из двух пластин: сталь 30 (50x50x5 мм) и алюминиевый сплав Ал2 (50x50x5 мм). Обозначение ТЕБМ-2 (С) означает, что соударение происходит по стальной пластине из стали 30, а не по алюминиевому сплаву Ал2. Обозначение ТЕБМ-2 (А) означает, что соударение с ударником (шаром) происходит по пластине из алюминиевого сплава Ал2, а не по стальной пластине.

Биметалл ТЕБМ-3 состоит из двух пластин (из стали ТЕ-3). Биметалл ТЕБМ-4 (50x50x10 мм) состоит из двух пластин стали 30 (50x50x5 мм). Биметалл ТЕБМ-5 (50x50x10 мм) состоит из двух пластин стали 20Х (40x40x2,5 мм).

Биметаллы второй группы на основе стали 20Х: ТЕБМ-6; ТЕБМ-7; ТЕБМ-8; ТЕБМ-9; ТЕБМ-10; ТЕБМ-11.

Биметалл ТЕБМ-9 состоит из двух пластин из стали 20Х размерами 50x50x2,5 мм.

Биметалл ТЕБМ-10 состоит из двух пластин из стали 20Х размерами 50х50х2,5 мм. Обе пластины соединяли клепкой.

Биметалл ТЕБМ-11 состоит из двух пластин: из стали 20Х, размерами 50х50х2,5 мм. Обе пластины соединяли сваркой.

Биметалл ТЕБМ-6 состоит из двух пластин из стали 20Х размерами 50х50х2,5 мм. Обе пластины соединяли клеем. Одна из пластин подвергалась термической обработке: ТЕБМ-6 (Н) нормализации, 850°С, другая пластина ТЕБМ-6 (О) подвергалась отжигу. Соударение осуществлялось по обеим пластинам.

Биметалл ТЕБМ-7 состоит из двух пластин из стали 20Х размерами 50х50х2,5 мм. Обе пластины соединяли склеиванием. Одна из пластин подвергалась термообработке – отжигу (ТЕБМ-7 (О)), другая пластина подвергалась нормализации, 850°С.

Биметалл ТЕБМ-8 состоит из двух пластин из стали 20Х размерами 50х50х2,5 мм. Обе пластины соединяли склеиванием. Одна из пластин подвергалась термообработке – отжигу, другая подвергалась нормализации.

В таблице 3 представлены характеристики биметаллов, созданных на основе стали 20Х, ТЕ-3, сплава Ал2.

Таблица 3 – Характеристика исследованных биметаллов на основе стали 20Х

Марка биметалла	Основной слой, маркировка	Плакирующий слой, маркировка	Термообработка		Размеры биметалла, (составляющих)	Способ соединения биметаллов
			Основной слой	Плакирующий слой		
ТЕБМ-6	Ст.20Х ТЕБМ-6(Н)	Ст.15Х ТЕБМ-6(О)	Нормализация 850°С	отжиг, 880°С	50х50х5 (50х50х2,5 50х50х2,5)	склеивание
ТЕБМ-7	Ст.20Х ТЕБМ-7(Н)	Ст.20Х ТЕБМ-7(О)	Нормализация 850°С	отжиг	50х50х5 (50х50х2,5 50х50х2,5)	-/-
ТЕБМ-8	Ст.20Х ТЕБМ-8(О)	Ст.20Х ТЕБМ-8(Н)	Отжиг, 880°С	нормализация, 850°С	50х50х5 (50х50х2,5 50х50х2,5)	-/-
ТЕБМ-9	Ст.20Х ТЕБМ-9	Ст.18ХГТ ТЕБМ-9	Прокатка	Прокатка	50х50х5 (50х50х2,5 50х50х2,5)	-/-
ТЕБМ-10	Ст.20Х ТЕБМ-10	15 ТЕБМ-10	Прокатка	Прокатка	50х50х5 (50х50х2,5 50х50х2,5)	клепка
ТЕБМ-11	Ст.20Х ТЕБМ-11	20 ТЕБМ-11	Прокатка	Прокатка	50х50х5 (50х50х2,5 50х50х2,5)	сварка

Биметаллы этой группы, изготавливали механическим способом (фрезеровка, строгание, шлифовка, полировка) образцы размерами 50х50х2,5 мм из сталей ТЕ-3, 20Х, 30, 18ХГТ, Ал2.

Полученные образцы соединяли специальным клеем для металлических образцов и выдерживали в течение 24 часов при комнатной температуре. Получали биметаллы размерами 50x50x5 мм, которые сопоставимы с размерами образцов, использованных по методикам Московского института стали и сплавов (НИТУ МИСиС), Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева (КазНИТУ), Владимирского технического университета (ВТУ), а также отвечающие требованиям Кремера Х. [7], для соударяемых исследуемых металлических материалов.

Таким образом, биметалл (18ХГТ+Ал2) размером 50x50x5 мм был получен из пластин стали 18ХГТ (50x50x2,5) и алюминиевого сплава Ал2; биметалл (20Х+Ал2) был получен из пластин стали 20Х (50x50x2,5) и сплав Ал2; биметалл (15Х+Ал2) был получен соединением пластин из стали 15Х (50x50x2,5) и алюминиевого сплава Ал2; биметалл (Ал2+Ал2) был получен соединением (склеивание) двух образцов из алюминиевого сплава Ал2 (50x50x2,5); биметалл (18ХГТ+20) был получен из пластин стали 18ХГТ (50x50x2,5) и стали 15Х (50x50x2,5); биметалл (18ХГТ+45) был получен из пластин стали 18ХГТ (50x50x2,5) и стали 20Х (50x50x2,5) методом также склеивания; биметалл (15Х+20Х) получен из пластин стали 15Х (50x50x2,5) и стали 20Х (50x50x2,5) также склеиванием; биметалл (15Х+15Х) был получен из образцов стали 15Х (50x50x2,5); биметалл (20Х+20Х) был получен из двух образцов сталей 20Х (50x50x2,5); биметалл (20Х+Ал2+20Х) был получен из трех образцов (50x50x2,5) из стали 20Х и алюминиевого сплава Ал2, при этом алюминиевый сплав располагали посередине двух пластин из стали 20Х; биметалл (18ХГТ+Ал2+18ХГТ) также получали как и предыдущий из трех пластин: двух пластин из стали 18ХГТ (50x50x2,5) и одной пластины Ал2; биметалл (18ХГТ+Ал2+20Х) получали соединением трех пластин из разных материалов: стали 18ХГТ (50x50x2,5), стали 20Х (50x50x2,5) и алюминиевого сплава Ал2 (50x50x2,5); биметалл (18ХГТ+Ал2+15Х) получали также как и предыдущий из трех разных материалов: стали 18ХГТ (50x50x2,5), стали 15Х (50x50x2,5) и алюминиевого сплава Ал2 (50x50x2,5).

В таблице 4 представлены уровни звука и уровни звукового давления при соударении биметаллических образцов с ударниками диаметрами 6,5; 8,5; 11,5 мм. Как видно, амплитуднозависимое демпфирование звукоизлучения биметаллов (АЗДЗБМ) наблюдается на биметаллических образцах (20Х+Ал2), (15Х+Ал2), (18ХГТ+Ал2+15Х) по характеристикам уровня звука. Амплитудно-зависимое демпфирование звукоизлучения биметаллов заключается в том, что при соударении ударниками разной массы (диаметра) излучается шум неадекватного характера (НХ), суть которого состоит в том, что ударник большей массы генерирует шум меньшего уровня (или одинакового) по сравнению с ударником меньшего диаметра (массы). Так, у образца (20Х+Ал2) при соударении ударником 8,5 мм (удар по пластине Ал2) создается шум уровня 70 дБА, т.е. столько же, сколько и при соударении ударником 11,5 мм. Хотя должно быть таким образом, что уровень

звука при соударении ударником 11,5 мм ожидается выше по значениям, чем при соударении ударником диаметром 8,5 мм.

Амплитуднозависимое демпфирование звукоизлучения биметаллов в частотном диапазоне наблюдается практически у всех образцов. При этом особенно часто наблюдается амплитудно зависимое демпфирование звукоизлучения биметаллов при соударениях ударниками 11,5 мм и 8,5 мм, хотя наиболее интересные значения амплитудно зависимого демпфирования звукоизлучения биметаллов наблюдаются при соударениях ударником 11,5 мм, так как это самый массивный ударник, поэтому проявление эффекта Сулеева-Утепова весьма интересно с научной точки зрения для биметаллов (18ХГТ+Ал2), (18ХГТ+Ал2), (15Х+Ал2), (Ал2+Ал2), (18ХГТ+15Х), (18ХГТ+20Х) (18ХГТ+18ХГТ), (15Х+20Х), (15Х+15Х), (20Х+20Х), (20Х+Ал2+20Х), (18ХГТ+Ал2+18ХГТ), (18ХГТ+Ал2+18ХГТ), (18ХГТ+Ал2+15Х).

Как видно из таблицы 4, пониженным звукоизлучением обладают биметаллы (20Х+Ал2), Т3-Т3 (94-96 дБА); Т7-20Х (93-94 дБА); Т4-Т4 (93 дБА); Т5-Т5 (90-92 дБА); Т5-Ал2-15Х (92-94 дБА). Повышенные значения звукоизлучения наблюдаются у биметаллов 20Х-Ал2 (104 дБА); 15Х-Ал2 (104 дБА); Ал2-20Х (104 дБА). Для практических задач по борьбе с шумом, например, для галтовочных барабанов можно рекомендовать биметаллические пластины для стенок барабана: Т3-Т3; Т7-20Х.

Следует отметить, что амплитудно-зависимое демпфирование звукоизлучения биметаллов у образца Т4-Т4 наблюдается практически на каждой частоте и по уровню звука.

Таблица 4 – Акустические свойства биметаллов

Марка биметалла	СС	d, мм	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровень звука, дБА
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
18ХГТ+Т7	Т7	11,5	46	48	52	47	51	45	56	68	97	96	99
		8,5	43	47	45	48	49	44	47	61	98	96	98
		6,5	50	46	44	48	51	46	47	55	99	100	102
	18ХГТ	11,5	45	41	48	49	44	45	57	53	96	99	99
		8,5	44	45	46	47	44	47	45	58	98	98	101
		6,5	56	52	48	49	48	41	47	56	97	101	101
20Х+Ал2	20Х	11,5	49	44	49	42	41	49	48	61	99	99	102
		8,5	45	54	49	47	44	40	48	58	100	102	103
		6,5	46	54	50	50	48	47	52	53	100	101	103

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Ал2	11,5	43	46	42	44	40	44	47	52	101	104	104
		8,5	41	49	47	42	41	41	42	53	100	103	103
		6,5	50	49	44	42	47	49	50	52	99	99	102
15X+ Ал2	15 X	11,5	50	50	59	49	47	47	45	55	101	101	104
		8,5	49	44	48	40	45	49	46	55	100	99	103
		6,5	52	49	57	41	57	48	49	53	101	100	103
	Ал2	11,5	53	57	50	42	49	50	48	54	102	101	104
		8,5	54	52	45	45	54	50	52	52	99	68	102
		6,5	58	50	54	48	64	50	46	55	99	72	102
Т3-Т3		11,5	51	48	41	52	52	47	47	51	96	94	96
		8,5	44	52	48	50	48	49	49	51	94	92	94
		6,5	48	48	48	48	42	48	52	56	92	93	94
18ХГ Т +20Х	18ХГ Т	11,5	46	49	47	46	41	47	44	55	101	102	104
		8,5	57	55	48	54	48	44	45	53	100	103	103
		6,5	52	56	49	48	47	47	48	57	100	100	103
	20Х	11,5	42	50	50	52	44	48	50	59	101	103	104
		8,5	48	52	48	49	48	49	48	51	99	100	102
		6,5	55	55	59	47	47	48	49	55	103	103	106
Т7 +20Х	Т7	11,5	43	50	56	48	49	51	46	53	90	90	93
		8,5	48	54	51	57	55	52	48	54	92	91	94
		6,5	49	52	50	50	54	49	52	55	90	91	93
	20Х	11,5	45	52	44	51	47	44	44	55	99	98	101
		8,5	44	49	47	48	46	55	46	56	100	99	103
		6,5	51	47	48	55	60	58	45	54	96	96	99
18ХГТ +18ХГТ		11,5	55	48	50	44	57	49	47	46	104	101	104
		8,5	56	46	51	47	52	48	49	52	103	102	104
		6,5	62	55	47	50	54	46	50	51	100	101	103
15Х+2 0Х	15Х	11,5	44	48	46	48	49	48	52	58	104	100	104
		8,5	45	50	55	50	48	52	48	62	100	99	102
		6,5	51	51	55	49	50	51	49	61	99	96	100
	20Х	11,5	49	46	48	48	50	50	50	58	102	102	105
		8,5	51	49	49	47	48	48	50	61	101	102	104
		6,5	49	48	48	48	46	49	52	51	99	99	102
Т4-Т4		11,5	43	52	49	60	48	48	53	62	92	91	93
		8,5	56	50	49	55	46	50	51	52	93	90	93
		6,5	56	49	48	48	48	49	46	54	93	91	93

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Т5-Т5		11,5	46	48	57	57	49	47	45	58	90	92	92
		8,5	49	48	48	49	52	50	41	54	91	90	91
		6,5	55	49	55	56	55	48	41	57	90	88	90
20Х+Ал2 +20Х		11,5	48	49	44	54	49	42	48	58	103	102	105
		8,5	46	49	43	56	57	42	52	52	101	101	104
		6,5	44	47	49	44	48	49	53	55	99	97	99
18ХГТ+Ал2+ 18ХГТ		11,5	47	48	44	58	55	41	50	62	103	102	105
		8,5	55	49	46	54	49	48	49	52	100	101	103
		6,5	59	54	58	62	58	53	51	53	99	98	102
18ХГ Т +Ал2 +20Х	Ал2	11,5	56	53	52	56	49	41	47	64	103	103	106
		8,5	55	58	55	55	48	42	51	55	101	100	102
		6,5	54	58	56	52	49	47	52	53	100	101	103
	20 Х	11,5	44	46	48	50	48	48	50	63	101	102	104
		8,5	56	54	55	58	47	51	49	54	99	99	102
		6,5	48	52	52	52	48	52	41	55	98	98	101
Т5 +Ал2 +15Х	Ал2	11,5	49	48	48	46	49	52	46	65	90	92	93
		8,5	48	46	49	48	48	48	45	54	91	93	93
		6,5	47	49	50	49	47	49	44	55	91	94	94
	15Х	11,5	49	48	46	46	48	48	43	56	91	90	93
		8,5	48	49	45	48	48	49	42	54	90	92	92
		6,5	46	48	48	47	48	48	41	52	89	92	92

В таблице 5 представлены акустические характеристики исследованных биметаллов (уровни звука и скорость затухания звука при соударениях предел прочности и ударная вязкость). Как видно из экспериментальных данных, минимальными значениями по уровням звука обладают биметаллы Т5+Т5 (91дБА), Т5+Ал2+20Х (92дБА), Т4+Т4 (93дБА), ТЕБМ-5 (92дБА), ТЕБМ-4 (93дБА), Т3+Т3 (94дБА), ТЕБМ-1 (95дБА), ТЕБМ-3 (95)дБА. В целом биметаллические материалы генерируют шум при соударениях значительно меньше, чем литые стали.

Таблица 5 показывает не только малошумные биметаллы, но и дает информацию конструкторам и технологам при проектировании машин и механизмов, показывает прочностные свойства. Например, биметалл Т3+Т3 предпочтительнее, чем биметалл ТЕБМ-5, хотя уровень звука у биметалла ТЕБМ-5 – 92дБА, а у Т3+Т3 – 94дБА. Зато прочность у биметалла Т3+Т3 составляет 525 МПа против 495 МПа биметалла ТЕБМ-5.

Исходя из этого можно отметить биметаллы, обладающие повышенной прочностью и пониженным звукоизлучением: Т5+Т5 (91дБА, 515 МПа), Т3+Т3 (94дБа, 525 МПа), ТЕБМ-5 (92дБА, 495МПа), ТЕБМ-3 (95дБА, 470 МПа), Т7+20Х (94дБА, 480МПа).

Таблица 5 – Акустические и прочностные свойства исследованных биметаллов

№ п/п	Марка биметалла	$\sigma_B$ , МПа	$a_n$ , Дж/см <sup>2</sup>	$Q^{-1} \cdot 10^{-3}$	$L_A$ , дБА	$V_{c33}$ , дБА/с
1	ТЕБМ-1	425	60	18	95	430
2	ТЕМБ-2	460	65	15	94	450
3	ТЕМБ-3	470	63	12	95	500
4	ТЕБМ-4	450	62	11	93	560
5	ТЕБМ-5	495	58	12	92	580
6	ТЕБМ-6	380	59	14	93	600
7	ТЕБМ-7	360	64	16	96	420
8	ТЕБМ-8	420	66	13	98	430
9	ТЕБМ-9	430	70	19	99	480
10	ТЕБМ-10	510	62	11	97	520
11	ТЕБМ-11	450	64	12	98	630
12	18ХГТ+Т7	410	62	14	98	520
13	20Х+Ал2	460	58	15	103	430
14	15Х+Ал2	480	59	22	103	420
15	18ХГТ+20Х	410	56	19	103	420
16	Т7+20Х	480	62	22	94	410
17	18ХГТ+18ХГТ	490	54	18	104	440
18	15Х+20Х	460	58	13	100	460
19	Т4+Т4	485	59	35	93	750
20	Т5+Т5	515	61	38	91	780
21	20Х+Ал2	410	62	19	104	470
22	18ХГТ+Ал2+20Х	420	61	24	102	480
23	Т5+Ал2+15Х	421	62	21	92	490
24	Т3+Т3	525	63	39	94	830
25	18ХГТ+Ал2+18ХГТ	410	62	25	103	500

Таблица 6 – Уровни звукового давления биметаллов

№ п/п	Марка стали	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровень звука, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
1	ТЕБМ-1	46	47	51	46	51	45	57	66	94	92	95
2	ТЕМБ-2	45	46	50	47	50	42	55	65	93	92	94
3	ТЕМБ-3	44	45	51	46	51	41	56	64	92	93	95
4	ТЕБМ-4	43	44	52	48	53	46	54	63	91	91	93
5	ТЕБМ-5	42	43	50	44	52	47	53	67	90	91	92
6	ТЕБМ-6	41	44	50	43	54	48	57	65	92	90	93
7	ТЕБМ-7	42	47	51	43	55	49	56	64	95	94	96
8	ТЕБМ-8	42	47	52	44	56	44	56	66	97	96	98
9	ТЕБМ-9	43	46	53	47	57	43	55	67	97	97	99
10	ТЕБМ-10	44	45	51	46	55	42	54	63	96	95	97
11	ТЕБМ-11	47	44	51	45	54	42	53	64	97	96	98

На рисунке 1 представлены акустические характеристики биметаллов Т1:45; Т2:45; Т3:45; Т4:45; Т5:45; Т6:45; Т7:45; Т8:45. Максимум УЗД наблюдается на частоте 8000 Гц, минимум – на частоте (500-1000) Гц. Это объясняется конструкцией биметалла, характером соударения, собственными частотами образца.

На рисунке 2 представлены сравнительные характеристики уровней звукового давления сталей 08, 25, биметаллов Т5:45; Т6:45. Как видно из рисунка 2 уровни звукового давления сталей 08 и 25 значительно выше, чем у биметаллов. Причиной этого являются демпфирующие свойства биметаллов, которая объясняется резким изменением скорости звука при соударении в структуре биметалла. Особенно диссипация звуковой энергии происходит в промежуточном слое биметалла – между основным и плакирующим слоями.

На рис. 3 и табл. 6 представлены характеристики звукоизлучения биметаллов ТЕБМ. Видно, что минимальные звукоизлучения наблюдаются у ТЕБМ-4, ТЕБМ-5 и ТЕБМ-6. Следует учесть, что и прочностные свойства у этих биметаллов высоки.

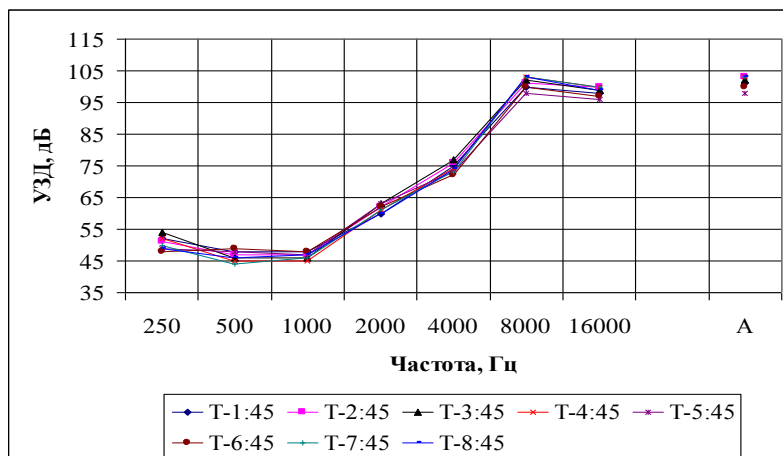


Рисунок 1 – Акустические характеристики биметаллов на основе стали 45

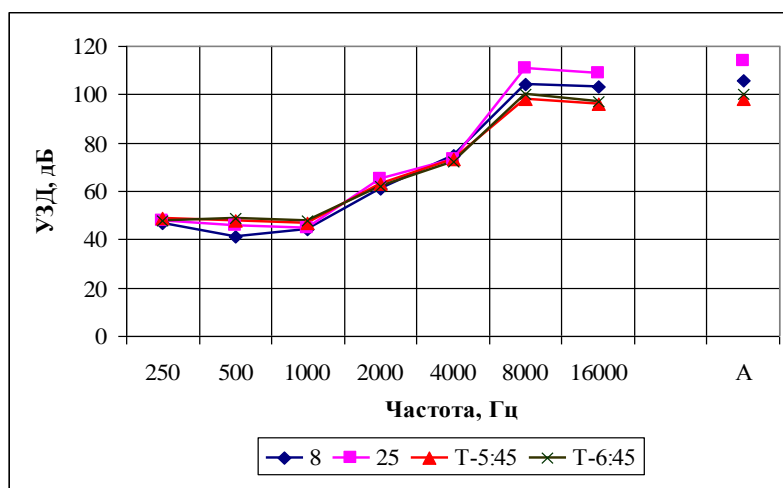


Рисунок 2 – Сравнение характеристик УЗД ст. 08, 25 со T-5:45, T-6:45

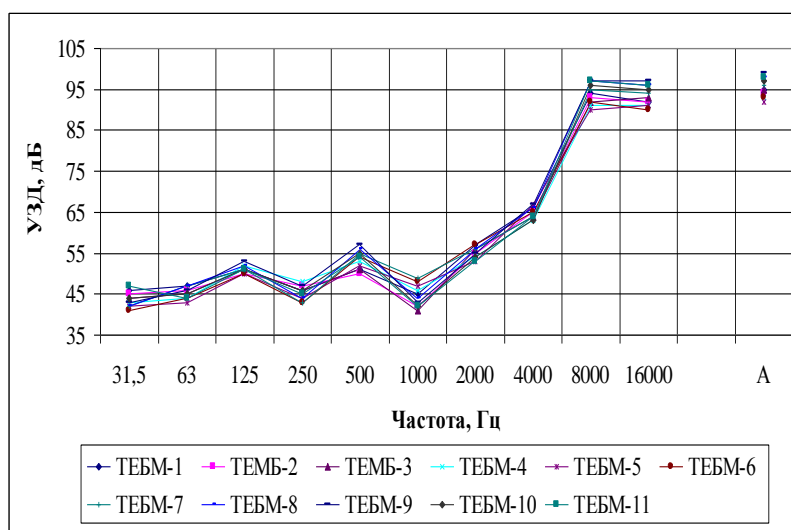


Рисунок 3 – Характеристика УЗД биметаллов

*Заключение.* Исследованы стали и биметаллы по акустическим свойствам. Акустические свойства металлов играют большую роль при работе деталей машин, генерирующих шум на рабочих местах. Определены биметаллы, излучающие минимальный шум (биметаллы ТЕБМ4, ТЕБМ5). Полученные результаты полезны конструкторам и технологам, проектирующим шумоизлучающее оборудование.

#### Список литературы

1. Астров Е.И. Плакированные многослойные металлы. - М.: Металлургия, 1965. - 239 с.
2. Голованенко С.А., Меандров Л.В. Производство биметаллов. - М.: Металлургия, 1966. - 303 с.
3. Бринза В.Н., Белов А.В. Исследование звукоизлучения композиционных материалов. // Проблемы инженерной охраны труда: сб. науч. трудов МИСиС. - М.: Металлургия, 1977. - С. 58-69.
4. Белов А.В., Байсынова Г.Ж., Мнагатаева Д.Ж., Утепова Г.Е. и др. Диссипация звуковых волн в биметаллах // Труды восьмой междунар. научно-техн. конф. «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология, экономические, правовые и психологические аспекты БЖД, логистика) Ч. 1. - Алматы, 2006. - С. 222-223.
5. Белов А.В., Утепова А.Б., Байсынова Г.Ж., Утепова Г.Е. и др. Звукоизлучение композиционных материалов, полученных горячей прокаткой на воздухе. // Труды восьмой междунар. научно-техн. конф. «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология, экономические, правовые и психологические аспекты БЖД, логистика) Ч. 1. - Алматы: КазНТУ, 2006. - С. 220-222.
6. Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Утепов Т.Е., Сыдыкова А.Б., Утепова Г.Е. Использование биметаллических материалов для снижения шума соударений в узлах машин и механизмов. - Алматы: КазНТУ, 2008. - 76 с.
7. Cremer H., Cremer L. Theorie der Entstehung des Klopfes-challs // Frequenz, 1948, Bd.2,N.3, P. 61-71.

Д.К. Сулеев<sup>1</sup>, К.К. Карменов<sup>2</sup>, Е.Б. Утепов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>«Сейсмология институты» ЖШС, <sup>2</sup>ҚР ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты, <sup>3</sup>Азаматтық авиация академиясы

## БИМЕТАЛЛДАРДЫҢ АКУСТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Бұл басылымда биметаллдардың акустикалық қасиеттерін зерттеу материалдары ұсынылған. Зерттеу мақсатында биметаллдар дербес болат пен қоспадан жасалды. Жұмыста зерттелінген құйылған болат пен биметаллдардың химиялық құрамы мен бәсеңдетуші механикалық қасиеттері толығымен сипатталған. Өндірістегі шумен күресу мақсатында биметаллдарды қолдану олардың жеткілікті бәсеңдетуші қасиеттерімен үйлесе жоғары мықты қасиеттерімен шартталған. Зерттеу нәтижесінде жоғары төзімді және төменгі дыбыс шығаруға ие биметаллдар анықталды.

*Түйін сөздер:* акустикалық қасиеттер, биметаллдар, соққы тұтқырлығы, соқтығысу.

D.K. Suleev<sup>1</sup>, K.K. Karmenov<sup>2</sup>, E.B. Uteпов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>"Institute of Seismology" LTD, <sup>2</sup>Kokshetau Technical Institute of CES MIA of the Republic of Kazakhstan, <sup>3</sup>Academy of Civil Aviation

## ACOUSTIC PROPERTIES OF BIMETALS

This publication presents materials on the study of the acoustic properties of bimetal. Bimetals for the purposes of the study were made independently of steels and alloys. The damping, mechanical properties, as well as the chemical composition of the investigated cast steels and bimetal are described in detail. The use of bimetal for the purpose of combating industrial noise is due to their high strength characteristics in combination with sufficient damping properties. According to the research results isolated bimetal, which have increased strength and reduced sound emission were distinguished.

*Keywords:* acoustic properties, bimetal, impact strength, concussion.

*R.M. Tatsiy<sup>1</sup>, Doctor of Science, professor  
M.F. Stasiuk<sup>1</sup>, Doctor of Philosophy, docent  
O.O. Vlasii<sup>2</sup>, Doctor of Philosophy, docent  
O.Yu. Pazen<sup>1</sup>, Doctor of Philosophy*

*<sup>1</sup>Lviv State University of Life Safety, Ukraine*

*<sup>2</sup>Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine*

## A DIRECT METHOD OF TEMPERATURE FIELD RESEARCH IN A MULTILAYER PIPE IN THE EVENT OF FIRE

There is suggested and substantiated a constructive scheme of unsteady temperature field distribution across the thickness of a multilayer pipe in the event of fire. The scheme is based on a direct method of research of boundary value problems of heat conduction with piecewise continuous coefficients and stationary heterogeneity.

*Keywords:* heat conductivity, direct method, multilayer pipe.

*1. Introduction.* In the present work there is suggested a constructive approach to the solution of a mixed problem for the heat conductivity equations with piecewise continuous coefficients, which appears when investigating an unsteady temperature field in a multilayer pipe. It comprises the reduction method, the concept of quasi-derivatives, the modified Fourier method, and the eigenfunction method. As a numeric example we consider a model problem of temperature field distribution on the thickness of a four-layer pipe in the event of fire.

*2. Problem statement and its mathematical model.* There is considered a mixed problem for the heat conductivity equation [1]

$$c\rho \frac{\partial t(r, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r\lambda \frac{\partial t(r, \tau)}{\partial r} \right), \quad (1)$$

with the system of boundary conditions of the third kind:

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

under the initial condition:

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

where  $r_0 < r_1 < \dots < r_n$  is the arbitrary partitioning of the interval  $[r_0, r_n]$  of the real axis OR into  $n$  parts,  $\theta_i$  - the characteristic function of the interval  $[r_i, r_{i+1}]$ ,  $t^{[1]} = r\lambda t'$  - the

quasi-derivative [2]. We set  $\lambda(r) = \sum_{i=0}^{n-1} \lambda_i \theta_i$ ,  $c(r)\rho(r) = \sum_{i=0}^{n-1} c_i \rho_i \theta_i$ .

We look for the solution of problem (1), (2), (3) according to the following scheme [3]:

The solution of  $t(r, \tau)$  should be found using the reduction method [4]

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

For one of the functions (i.g. for  $u(r, \tau)$ ) there is solved the quasi-stationary problem

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

with the boundary conditions (2) for the function  $u(r, \tau)$ :

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

Solution of a boundary value problem (5), (6).

Let us introduce the vector  $\mathbf{u} = (u, u^{[1]})^T$  and the matrix  $A(r) = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{r\lambda(r)} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ .

The quasi-differential equation (5) is then reduced to an equivalent system of differential equations of the first order:

$$\mathbf{u}' = A\mathbf{u} \quad (7)$$

Let us write the boundary conditions (6) in a vector form [2]

$$P \cdot \mathbf{u}(r_0) + Q \cdot \mathbf{u}(r_n) = \Gamma(\tau), \quad (8)$$

where  $P$ ,  $Q$  and  $\Gamma(\tau)$  have the form

$$P = \begin{pmatrix} \alpha_0 r_0 & -1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad Q = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ \alpha_n r_n & 1 \end{pmatrix}, \quad \Gamma(\tau) = \begin{pmatrix} \alpha_0 r_0 \psi_0(\tau) \\ \alpha_n r_n \psi_n(\tau) \end{pmatrix}. \quad (9)$$

At each segment the system (7) has the following form

$$\mathbf{u}_i' = A_i \mathbf{u}_i, \quad A_i = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ r\lambda_i & 0 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Cauchy matrix  $B_i(r, s)$  of the system (10) can be presented as follows

$$B_i(r, s) = \begin{pmatrix} 1 & \frac{\ln r - \ln s}{\lambda_i} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (11)$$

For the arbitrary  $k \geq i$  we denote

$$B(r_k, r_i) \stackrel{df}{=} B_{k-1}(r_k, r_{k-1}) \cdot B_{k-2}(r_{k-1}, r_{k-2}) \cdots B_i(r_{i+1}, r_i). \quad (12)$$

The structure (11) of the matrix  $B_i(r, s)$  affords the possibility to determine the structure of the matrix (12), specifically

$$B(r_k, r_i) = \begin{pmatrix} 1 & \sum_{m=i}^{k-1} \frac{\ln r_{m+1} - \ln r_m}{\lambda_m} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (13)$$

In each of the intervals  $[r_i, r_{i+1})$  the solution of the problems (5), (6) has the form

$$\mathbf{u}_i(r, \tau) = B_i(r, r_i) \cdot B(r_i, r_0) \cdot \mathbf{P}_0(\tau), \quad (14)$$

$$\mathbf{P}_0(\tau) = (P + Q \cdot B(r_n, r_0))^{-1} \cdot \Gamma(\tau) =$$

where

$$= \left[ \begin{pmatrix} \alpha_0 r_0 & -1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ \alpha_n r_n & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \sum_{i=0}^{n-1} \frac{\ln r_{i+1} - \ln r_i}{\lambda_i} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \right]^{-1} \begin{pmatrix} \alpha_0 r_0 \psi_0(\tau) \\ \alpha_n r_n \psi_n(\tau) \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} \frac{(\alpha_n r_n \sigma_n + 1) \alpha_0 r_0 \psi_0(\tau) + \alpha_n r_n \psi_n(\tau)}{\alpha_n r_n + 1 + \alpha_0 r_0 (\alpha_n r_n \sigma_n + 1)} \\ \frac{\alpha_0 \alpha_n r_0 r_n (\psi_n(\tau) - \psi_0(\tau))}{\alpha_n r_n + 1 + \alpha_0 r_0 (\alpha_n r_n \sigma_n + 1)} \end{pmatrix}.$$

Expression (14) allows us to write the solution  $\mathbf{u}(r, \tau)$  over the entire segment  $[r_0, r_n]$  using the characteristic function  $\theta_i$  in the form

$$\mathbf{u}(r, \tau) = \sum_{i=0}^{n-1} \mathbf{u}_i(r, \tau) \theta_i. \quad (15)$$

For the function  $v(r, \tau)$  we will get the mixed problem

$$c\rho \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r\lambda \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial r} \right) - c\rho \frac{\partial u(r, \tau)}{\partial \tau}. \quad (16)$$

under zero boundary-value conditions for the function  $v(r, \tau)$ ,

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

and the initial condition

$$v(r, 0) = f(r) = \varphi(r) - u(r, 0). \quad (18)$$

Eigenfunction expansion and the Eigenvalue Problem.

We will seek the solution of the homogeneous differential equation

$$c\rho \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r\lambda \frac{\partial v(r, \tau)}{\partial r} \right) \quad (19)$$

in the form

$$v(r, \tau) = e^{-\omega\tau} \cdot R(r), \quad (20)$$

where  $\omega$  is a parameter, a  $R(r)$  is a still unknown function.

Substituting (20) into (19), we arrive at a (quasi) differential equation

$$(r\lambda R')' + \omega c\rho r R = 0, \quad (21)$$

under boundary-value conditions

$$\begin{cases} \alpha_0 r_0 R(r_0) - R^{[1]}(r_0) = 0, \\ \alpha_n r_n R(r_n) + R^{[1]}(r_n) = 0. \end{cases} \quad (22)$$

The problem (21), (22) is a classical eigenvalue problem.

By introducing the quasi-derivative  $R^{[1]} \stackrel{df}{=} r\lambda R'$ , the vector  $\mathbf{R} = (R, R^{[1]})^T$ ,

and the matrix  $A(r) = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{r\lambda(r)} \\ -\omega c \rho r & 0 \end{pmatrix}$ , we bring the (quasi) differential equation (21) to an equivalent system of differential equations of the first order

$$\mathbf{R}' = A\mathbf{R}. \quad (23)$$

In each of the intervals  $[r_i, r_{i+1})$  the system (23) will have the form

$$\mathbf{R}'_i = A_i \cdot \mathbf{R}_i, \quad A_i(r) = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{r\lambda_i} \\ -\omega c_i \rho_i r & 0 \end{pmatrix}. \quad (24)$$

The Cauchy matrix  $B_i(r, s, \omega)$  of the system (24) has the following form

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

where,

$$\beta_{11} = \frac{\pi \lambda_i \alpha_i s (J_1(\alpha_i s) \cdot N_0(\alpha_i r) - J_0(\alpha_i r) \cdot N_1(\alpha_i s))}{2 \lambda_i}$$

$$\beta_{12} = \frac{\pi (J_0(\alpha_i s) \cdot N_0(\alpha_i r) - J_0(\alpha_i r) \cdot N_0(\alpha_i s))}{2 \lambda_i}$$

$$\beta_{21} = \frac{\pi \lambda_i^2 \alpha_i^2 r s (J_1(\alpha_i r) \cdot N_1(\alpha_i s) - J_1(\alpha_i s) \cdot N_1(\alpha_i r))}{2 \lambda_i}$$

$$\beta_{22} = \frac{\pi \lambda_i \alpha_i s (J_1(\alpha_i r) \cdot N_0(\alpha_i s) - J_0(\alpha_i s) \cdot N_1(\alpha_i r))}{2 \lambda_i}$$

where  $J_0$ ,  $J_1$  и  $N_0$ ,  $N_1$  are the Bessel and Neyman functions of the zero and the first kind correspondingly.

Let us set:

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

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

$$\left[ P + Q \cdot B(r_n, r_0, \omega) \right] \stackrel{df}{=} \begin{pmatrix} b_{11}(\omega) & b_{12}(\omega) \\ b_{21}(\omega) & b_{22}(\omega) \end{pmatrix}. \quad (28)$$

We will seek the solution of the system (23) in the form

$$\mathbf{R}(r, \omega) = B(r, r_0, \omega) \cdot \mathbf{C}, \quad (29)$$

where,  $\mathbf{C} = (C_1, C_2)^T$  is a nontrivial vector.

Having applied to the equality (29) the boundary-value conditions (22) and accomplishing the transformations, we obtain

$$\left[ P + Q \cdot B(r_n, r_0, \omega) \right] \cdot \mathbf{C} = 0. \quad (30)$$

For the existence of the vector  $\mathbf{C}$  in (30), it is necessary and sufficient to fulfill the following conditions

$$\det \left[ P + Q \cdot B(r_n, r_0, \omega) \right] = 0. \quad (31)$$

The the characteristic equation of the eigenvalue problem (21), (22) has the form (31).

Under the condition (30), the nontrivial vector  $\mathbf{C}$  has the form

$$\mathbf{C} = \left( \frac{1}{\alpha_0 r_0}, 1 \right)^T. \quad (32)$$

The eigenvectors of the system of differential equations (23) under boundary-value conditions (22) have the following structure

$$\mathbf{R}_k(r, \omega_k) = \tilde{B}(r, r_0, \omega) \cdot \left( \frac{1}{\alpha_0 r_0}, 1 \right)^T, \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (33)$$

The eigenfunctions  $R_k(r, \omega_k)$  as the first coordinates of the eigenvectors  $\mathbf{R}_k(r, \omega_k)$  can be written in the following form

$$R_k(r, \omega_k) = (1, 0) \cdot \tilde{B}(r, r_0, \omega_k) \cdot \left( \frac{1}{\alpha_0 r_0}, 1 \right)^T, \quad (34)$$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

In particular, since  $R_k(r, \omega_k) = \sum_{i=0}^{n-1} R_{ki}(r, \omega_k) \theta_i$ , equation (34) leads to

$$R_{ki}(r, \omega_k) = (1, 0) \cdot \tilde{B}_i(r, r_i, \omega_k) \cdot \tilde{B}(r_i, r_0, \omega_k) \cdot \left( \frac{1}{\alpha_0 r_0}, 1 \right)^T \quad (35)$$

Eigenfunction Method. We will seek the solution of the problem (16)-(18) in the following form

$$v(r, \tau) = \sum_{k=1}^{\infty} T_k(\tau) \cdot R_k(r, \omega_k), \quad (36)$$

where  $T_k(\tau)$  are unknown functions .

Since the derivative  $\frac{\partial u}{\partial \tau}$  enters into the right-hand side of (16), we expand it into the Fourier series in the eigenfunctions of  $R_k(r, \omega_k)$ .

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(\tau) \cdot R_k(r, \omega_k) \quad (37)$$

The expansion of the function  $g(r)$  into Fourier series in the eigenfunctions  $R_k(r, \omega_k)$  of the boundary-value problem (21), (22) has the form

$$g(r) = \sum_{k=1}^{\infty} g_k \cdot R_k(r, \omega_k), \quad (38)$$

where Fourier coefficients  $g_k$  can be found with the following formula

$$g_k = \frac{1}{\|R_k\|^2} \int_{r_0}^{r_n} c \rho g(r) R_k(r, \omega_k) r dr = \frac{1}{\|R_k\|^2} \sum_{i=0}^{n-1} c_i \rho_i \int_{r_i}^{r_{i+1}} g_i(r) R_{ki}(r, \omega_k) r dr. \quad (39)$$

Note that  $\|R_k\|^2$  is a square of the norm of eigenfunctions  $R_k$

$$\|R_k\|^2 = \int_{r_0}^{r_n} c \rho r R_k^2(r, \omega_k) dr = \sum_{i=0}^{n-1} c_i \rho_i \int_{r_i}^{r_{i+1}} R_{ki}^2(r, \omega_k) r dr. \quad (40)$$

Substituting (36) into (16) we obtain the equality

$$\begin{aligned} c \rho \cdot \sum_{k=1}^{\infty} T_k'(\tau) \cdot R_k(r, \omega_k) = \\ = \frac{1}{r} \sum_{k=1}^{\infty} T_k(\tau) \cdot (r \lambda R_k'(r, \omega_k))' - c \rho \sum_{k=1}^{\infty} u_k(\tau) \cdot R_k(r, \omega_k). \end{aligned} \quad (41)$$

Taking into account the equality (20), after the transformations we obtain

$$\sum_{k=1}^{\infty} [T_k'(\tau) + \omega_k T_k(\tau) + u_k(\tau)] \cdot R_k(r, \omega_k) = 0. \quad (42)$$

Equating the Fourier coefficients of series (42) to zero, we obtain a set of differential equations

$$T_k'(\tau) + \omega_k T_k(\tau) + u_k(\tau) = 0, \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (43)$$

The general solution of each of these equations has the form

$$T_k(\tau) = C_k \cdot e^{-\omega_k \tau} - \int_0^{\tau} e^{-\omega_k(\tau-s)} \cdot u_k(s) ds, \quad (44)$$

where  $C_k$  is an unknown constant. To obtain its definition, we use the expansion of the function  $f(r)$  from the initial condition (18) into a Fourier series

$$v(r, 0) = f(r) = \sum_{k=1}^{\infty} f_k R_k(r, \omega_k). \quad (45)$$

Comparing the corresponding Fourier coefficients, we arrive at the conclusion that  $C_k = f_k$ .

Thus we end-up with the solution of the mixed problem (16)-(18) in the form of a series:

$$v(r, \tau) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[ f_k \cdot e^{-\omega_k \tau} - \int_0^{\tau} e^{-\omega_k(\tau-s)} u_k(s) ds \right] \cdot R_k(r, \omega_k) = \sum_{i=0}^{n-1} v_i(r, \tau) \cdot \theta_i, \quad (46)$$

Taking into account the image (4) as well as formulas (15) and (46) we obtain the solution of the problem (1)-(3) in the form

$$t(r, \tau) = \sum_{i=0}^{n-1} [u_i(r, \tau) + v_i(r, \tau)] \cdot \theta_i. \quad (47)$$

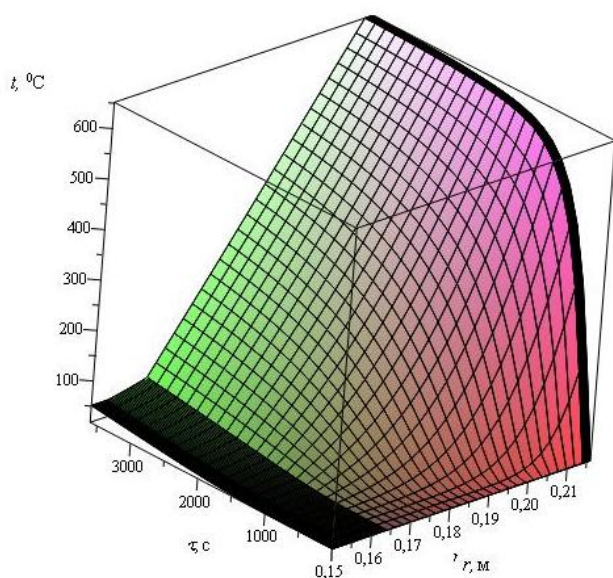
*3. Numerical example.* As a numerical example we consider a four-layer pipe consisting of isotropic materials with the following radiuses:  $r_0 = 0,15m$ ,  $r_1 = 0,154m$ ,  $r_2 = 0,164m$ ,  $r_3 = 0,214m$ ,  $r_4 = 0,216m$ . It is necessary to determine the distribution of nonstationary temperature field and the density of the heat flow across the thickness of the pipe, if to the left from the pipe there is a fire with the temperature varying according to the following law  $t_{ext.}(\tau) = 660(1 - 0,687e^{-0,32\tau} - 0,313e^{-3,8\tau}) + 18$  [5], and inside there is liquid with the

temperature of  $18^{\circ}\text{C}$ . At the initial moment the pipe temperature is  $18^{\circ}\text{C}$ . The thermophysical characteristics of the materials are specified in Table 1.

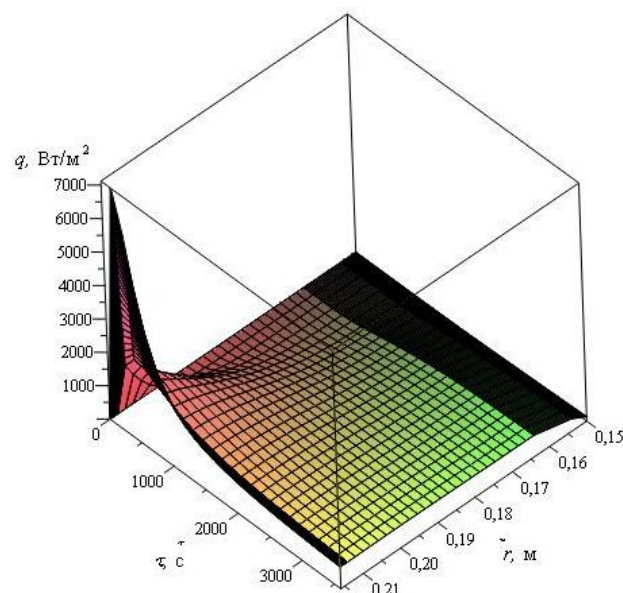
Table 1 - Thermophysical characteristics

Parameter	Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4
Thermal conductivity coefficient $\lambda, \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	58	0,27	0,056	209
Specific heat capacity $c, \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	470	1680	940	894
Density $\rho, \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	7800	1000	200	2680
Heat transfer coefficient $\alpha, \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	Inside – $\alpha_0 = 4$ , Outside – $\alpha_n = 25$			

Using the method suggested by the authors, as well as the software Maple 13, [6], we obtain the solution of the given problem on the distribution of the nonstationary temperature field and the density of the heat flow in the form of the graph (see pictures 1 and 2) as well as Tables 2 and 3.



Picture 1 - The distribution of the temperature field



Picture 2 - The distribution of the density of the heat flow

Table 2 - The distribution of the temperature field

Time, s	Coordinates, m						
	0,15	0,154	0,164	0,17	0,2	0,214	0,216
120	18	18	18	19	21,5	151	151
300	18	18	18,3	20,6	65	345	346
600	18	18,1	18,4	21,3	180	521	521
1200	19,1	19,2	24	47,7	340	617	618
1700	22,7	22,8	32,5	75,1	406	635	636
3600	51,5	51,5	70,2	138	488	651	651

Table 3 - The distribution of density of the heat flow

Time, s	Coordinates, m						
	0,15	0,154	0,164	0,17	0,2	0,214	0,216
120	0	0	0	12	65	1467	7208
300	0	0	6	8.6	446	2020	6021
600	0	0	24	28	881	1836	3449
1200	6	62	212	241	954	1218	1484
1700	20	159	390	413	855	957	1049
3600	134	369	640	639	662	645	652

#### Reference list

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.
2. 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, vol. 89, no. 2, pp. 357-368, March 2016.
3. Тацій Р.М. Загальна третя крайова задача для рівняння теплопровідності з кусково-неперервними коефіцієнтами та стаціонарною неоднорідністю / Р.М. Тацій, М.Ф. Стасюк, О.Ю. Пазен // Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія : матер. V Міжнар. наук. конф. (27-29 травня). – Івано-Франківськ - Вінниця, 2015. - С. 201-202.
4. Тацій Р.М. Прямий метод розрахунку нестационарного температурного поля за умов пожежі / Р.М. Тацій, О.Ю. Пазен // Пожежна безпека : Зб. наук. пр. – Львів : ЛДУ БЖД, 2015. - № 26. - С. 135-141.
5. EN 1991-1-2 (2002) (English): Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire.
6. O. Pazen “Mathematical modelling and computer simulation of direct method for studying boundary value problem of thermal conductivity”, proceedings of the International Scientific Conference “Problems of Infocommunications. Science and Technology”, pp. 73-76, October 2017.

*Р.М. Тацій<sup>1</sup>, М.Ф. Стасюк<sup>1</sup>, О.О. Власий<sup>2</sup>, О.Ю. Пазен<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Өмір тіршілігі қауіпсіздігінің Львов мемлекеттік университеті, Украина*

*<sup>2</sup>Василий Стефаник атындағы Прикарпат ұлттық университеті, Ивано-Франковск қ., Украина*

## ӨРТ ЖАҒДАЙЫНДА КӨП ҚАБАТТЫ ҚҰБЫРДА ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ АЛАҢДЫ ТУРА ЗЕРТТЕУ ӘДІСІ

Өрт жағдайында көп қабатты құбырдың қалыңдығы бойынша температуралық алаңның стационарлы емес таратудың конструктивті сызбасы ұсынылған және дәлелденген. Сызба бөлшекті-үздіксіз коэффициенттерімен және стационарлы біртекті емес жылу өткізгіштіктің шекті тапсырмаларын зерттеудің тура әдісіне негізделген.

*Түйін сөздер:* жылуөткізгіштік, тура әдіс, көп қабатты құбыр.

*Р.М. Тацій<sup>1</sup>, М.Ф. Стасюк<sup>1</sup>, О.О. Власий<sup>2</sup>, О.Ю. Пазен<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, г. Львов, Украина*

*<sup>2</sup>Прикарпатский национальный университет имени Василия Стефаника, г. Ивано-Франковск, Украина*

## ПРЯМОЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В МНОГОСЛОЙНОЙ ТРУБЕ В СЛУЧАЕ ПОЖАРА

Предложена и обоснована конструктивная схема нестационарного распределения температурного поля по толщине многослойной трубы в случае пожара. Схема основана на прямом методе исследования краевых задач теплопроводности с кусочно-непрерывными коэффициентами и стационарной неоднородностью.

*Ключевые слова:* теплопроводность, прямой метод, многослойная труба.

Ю.Л. Фещук<sup>1</sup>, С.В. Поздеев<sup>2</sup>, доктор технических наук, профессор  
В.В. Нижник<sup>1</sup>, кандидат технических наук, А.Ю. Новгородченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты

<sup>2</sup> Черкасский институт пожарной безопасности им. Героев Чернобыля НУЦЗУ

## МЕТОД ИНТЕРПОЛЯЦИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В СЕЧЕНИИ ФРАГМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОЛОНН С ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБЛИЦОВКОЙ

Разработан метод интерполяции температурных полей в сечении фрагментов деревянных колонн с огнезащитной облицовкой и без нее, подвергнутых огневым испытаниям. С применением разработанного метода интерполяции определены распределения температуры в сечении фрагментов деревянных колонн с огнезащитной облицовкой и без нее, с учетом температурных измерений, выполненных во время проведения испытаний.

*Ключевые слова:* температура, огнестойкость, деревянная колонна.

*Постановка проблемы.* Деревянные колонны являются одними из основных элементов несущего каркаса здания. Они воспринимают вертикальные нагрузки от кровли (перекрытий) и передают их на нижележащие конструкции или на фундаменты, работая при этом как сжатые или сжато-гибочные стержни. Несущая способность колонн прямо пропорциональна площади поперечного сечения, поэтому при обугливания древесины в условиях пожара эти параметры снижаются одновременно. В связи с этим возникает необходимость принятия мер по замедлению процессов обугливания. Для этого используют различные способы огнезащиты, в том числе поверхностная облицовка плитными материалами. Перспективным материалом, который возможно использовать для торможения процесса обугливания деревянных колонн являются плиты OSB. Однако на сегодня отсутствуют методы определения предела огнестойкости, в которых в полной мере существует возможность учета такого типа огнезащиты конструкций. Это усложняет работы связанные с проектированием таких конструкций.

*Анализ последних исследований и публикаций.* Вопросам огнестойкости деревянных несущих элементов посвящено много работ [1, 2], основой которых являлось усовершенствование огнезащиты с целью повышения предела огнестойкости конструкций. Однако изучению влияния огнезащиты на древесину, в частности на процессы обугливания уделено мало внимания.

На сегодняшний день при проектировании деревянных конструкций, возникает необходимость учета огнезащиты при проведении расчетов по определению предела огнестойкости. Похожие исследования проводились в работах [3, 4]. Однако изучение влияния огнезащитной облицовки на изменения геометрической конфигурации зоны обугливания, а также учета

такого типа огнезащиты в современных разработанных методах по определению огнестойкости деревянных несущих элементов не проводилось. Учитывая это, возникает потребность в проведении таких исследований.

*Постановка задачи и ее решения.* Целью данной статьи является разработка метода интерполяции температурных полей в сечении деревянных колонн с огнезащитной облицовкой при воздействии пожара по стандартному температурному режиму. Для достижения поставленной цели, поставлены следующие задачи:

- на основе проведенных экспериментальных исследований осуществить аппроксимацию температурных распределений в сечении фрагментов деревянных колонн по линиям расположения термопар;
- осуществить интерполяцию температурных распределений в сечениях фрагментов деревянных колонн с огнезащитной облицовкой в виде плит OSB в один и два слоя (толщина слоя 10 мм) и без него.

Для исследования поведения деревянных колонн использованы их фрагменты размерами 200 × 200 × 300 мм, в качестве огнезащиты взяты плиты OSB в один и два слоя (рис. 1а). Получение температурных показателей осуществлялось с помощью пяти термопар ТХА, схема расположения которых изображена на рис. 1 б.

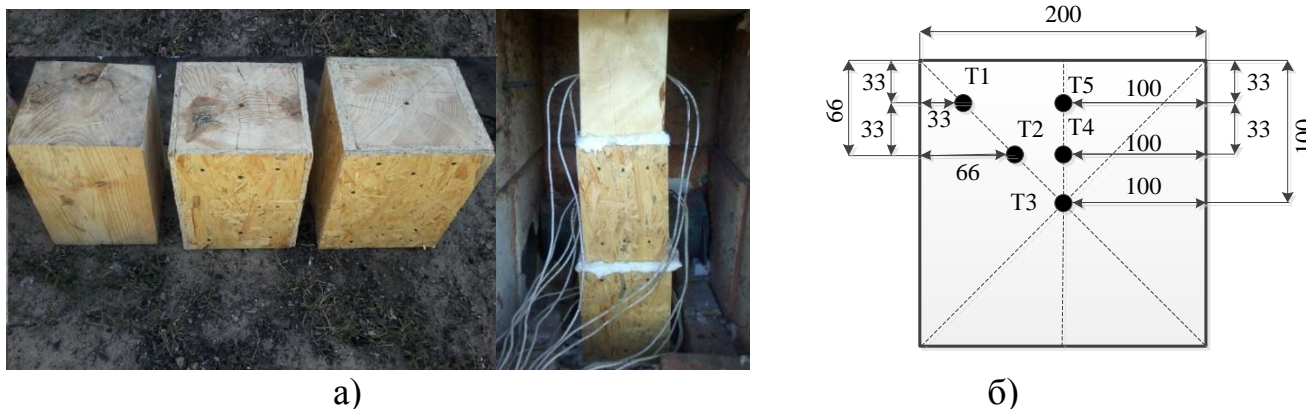


Рисунок 1 – Фрагменты колонн: а) фото фрагментов колонн перед началом огневых испытаний; б) схема расположения термопар в сечении

На основе анализа данных экспериментальных исследований [5] проводилась аппроксимация температур в сечениях фрагментов колонн по линиям расположения термопар (рис. 1 б). Взято предположение, что вид температурных распределений по линиям расположения термопар отвечает параболическим зависимостям учитывая исследования, проведенные в работе [6]. По результатам исследований приведенной работы данные зависимости могут быть аппроксимированы по выражению, что имеет такой общий вид:

$$\theta(i)|_{x \leq 0} = \theta_0 + (\theta_{\max} - \theta_0) \left[ \frac{i}{n} \right]^q \quad (1)$$

Варьирование показателя степени параболы  $q$  аппроксимирующего выражения типа (1) при условии минимизации среднеквадратичной невязки позволяет получить его в виде, что наиболее точно воспроизводит результаты измерений. Целевой функционал имеет вид, представленный ниже [6]:

$$\Phi = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m [\theta_{iM} - \theta_{iE}]^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

где  $m$  – количество пространственно-временных точек;  
 $\theta_{iE}$ ,  $\theta_{iM}$ , – экспериментальное и модельное значение температуры в  $i$ -той пространственно-временной контрольной точке.

Для решения задачи поиска минимума функционала (2) в работе [6] предлагается использовать метод пошагового спуска. Блок-схема данного алгоритма представлена на рис 2.

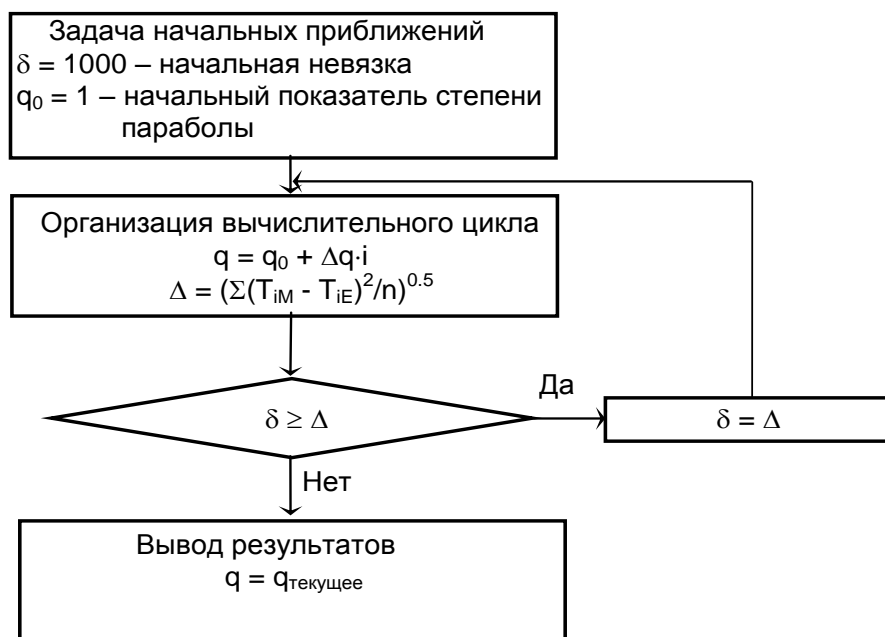


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма определения аппроксимирующего полинома

На основе данных, полученных в [5] проведены расчеты зависимости температуры от расстояния по линии расположения термопар по предложенному алгоритму. После проведения расчетов были найдены указанные зависимости в виде выражения (1), по которым построены графики температурных распределений, представленные на рис. 3. Можно увидеть, что графики на рис. 3. достаточно точно воспроизводят показатели температуры, которые были получены в результате экспериментальных исследований.

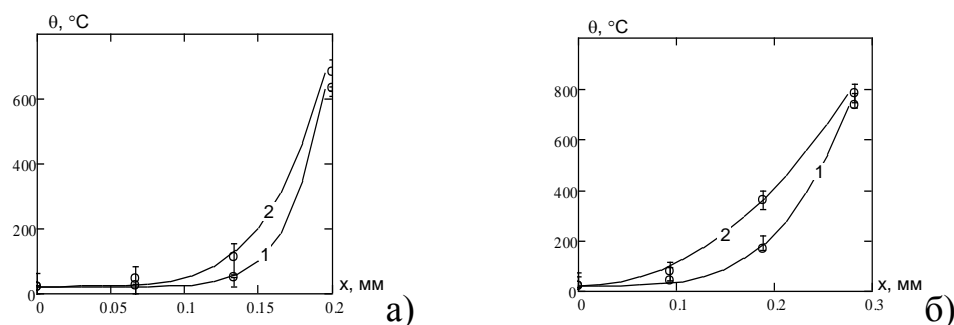


Рисунок 3 – Результаты аппроксимации температурного распределения по диагональной линии расположения термопар (а) и по горизонтальной линии расположения термопар (б) в разные моменты времени развития пожара: 1 – 15 мин; 2 – 30 мин

Температура на границе сечения фрагмента деревянной колонны была определена с использованием формулы для задания ГУ III рода. Данная формула записывается при приближении производной с помощью конечной разности температур в виде:

$$\lambda \left( \frac{\theta_w + \theta_1}{2} \right) \frac{\theta_w - \theta_1}{\Delta x} - \alpha_k (\theta_p - \theta_w) - \varepsilon_c \sigma (\theta_p^4 - \theta_w^4) \quad (3)$$

де  $\theta_p$  – температура в пространстве помещения с пожаром;  
 $\theta_w$  – температура на поверхности элемента,  
 $\alpha$  – эффективный коэффициент теплообмена.

Интерполяция проводилась по фронтальной секущей плоскости поверхности, образованной температурным полем. Также было поставлено предположение, что линия пересечения секущей плоскости и поверхности поля есть также параболой по работе [6], как показано на рис. 4.

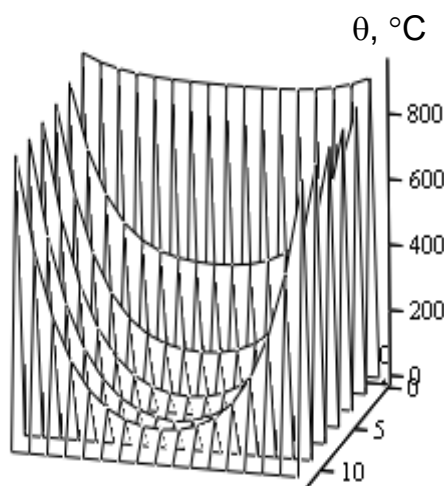


Рисунок 4 – Вид фронтальных секущих плоскостей температурных распределений в сечении колонны 200×200 в разные моменты времени действия «стандартного» пожара.

Интерполяция проводится с использованием следующих формул:

$$\begin{aligned} \theta g_{k,i,j} &= \theta 0_k + (\theta g \max_k - \theta 0_k) \left[ \frac{j}{n} \right]^{Qg_k} \quad \text{при } i = 0, j \neq 0; \\ \theta v_{k,i,j} &= \theta 0_k + (\theta v \max_k - \theta 0_k) \left[ \frac{i}{n} \right]^{Qv_k} \quad \text{при } i \neq 0, j = 0; \\ \theta d_{k,i,j} &= \theta 0_k + (\theta d \max_k - \theta 0_k) \left[ \frac{i}{n} \right]^{Qd_k} \quad \text{при } k = j \neq 0; \\ \theta t1_{k,i,j} &= \theta g_{k,j} + (\theta s g_{k,j} - \theta g_{k,j}) \left[ \frac{i}{n} \right]^{Qtg_{k,j}} \quad \text{при } i \neq 0, j \neq 0; \\ \theta t2_{k,i,j} &= \theta v_{k,i} + (\theta s v_{k,i} - \theta v_{k,i}) \left[ \frac{j}{n} \right]^{Qtv_{k,i}} \quad \text{при } j \neq 0, i \neq 0, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $\theta g$ ,  $\theta v$ ,  $\theta d$  – температуры главной диагонали, первых столбца и строки матрицы температурного поля;

$\theta 0$  – первая точка нулевой строки и нулевого столбца;

$\theta t1$ ,  $\theta t2$  – температуры, которые определяются отдельно для столбиков и отдельно для строк матрицы температурного поля;

$Qg$ ,  $Qv$ ,  $Qd$  – показатели степени параболы, которые определяются по алгоритму, представленному рис. 2;

$Qtg$ ,  $Qtv$  – показатели степени параболы, соответственно аппроксимирует поверхность по столбикам и строкам отдельно, определяемых для каждого столбца или строки по алгоритму, что представлен на рис. 2.

После построчно и постолбикового сложения двух отдельных матриц температур вычисляется среднее значение для каждой узловой точки и строится матрица температурного распределения в конечном виде.

В результате проведенных расчетов по разработанному алгоритму были построены температурные распределения для исследуемых фрагментов колонн  $200 \times 200$  с огнезащитной облицовкой из листов OSB, используя в качестве исходных данных результаты эксперимента [5]. При этом учтена дискретность точек измерения по схеме, которая подобна схеме, приведенной на рис. 1 б.

Используя разработанный алгоритм, определены распределения температуры в сечениях образцов, что являются фрагментами колонн с огнезащитой на основе результатов проведенных температурных измерений при их огневых испытаниях. Температурные распределения были построены в виде поверхностей и изотерм в соответствующих сечениях для каждого момента времени испытаний. На рис. 5 - рис. 7 представлены температурные распределения исследуемых фрагментов деревянных колонн с огнезащитой в

виде облицовки плитами OSB и без него, которые были получены с предложенным методом интерполяции.

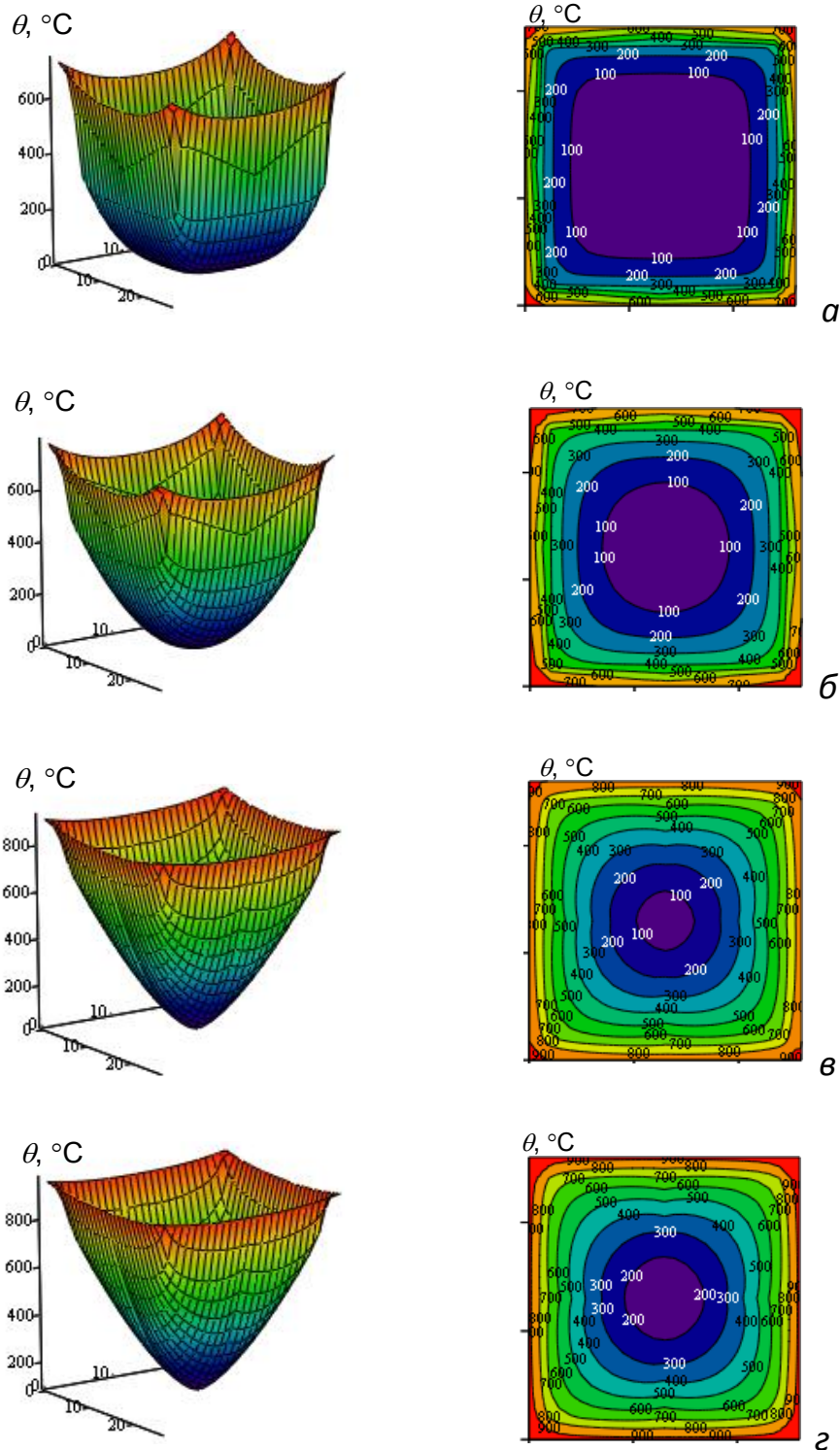


Рисунок 5 – Температурные распределения в сечении фрагмента деревянной колонны 200×200 без огнезащитной облицовки в разные моменты времени действия «стандартного» пожара, определенные по предложенному методу интерполяции:

а – 15 мин; б – на 30 мин; в – на 60 мин; г – на 90 мин

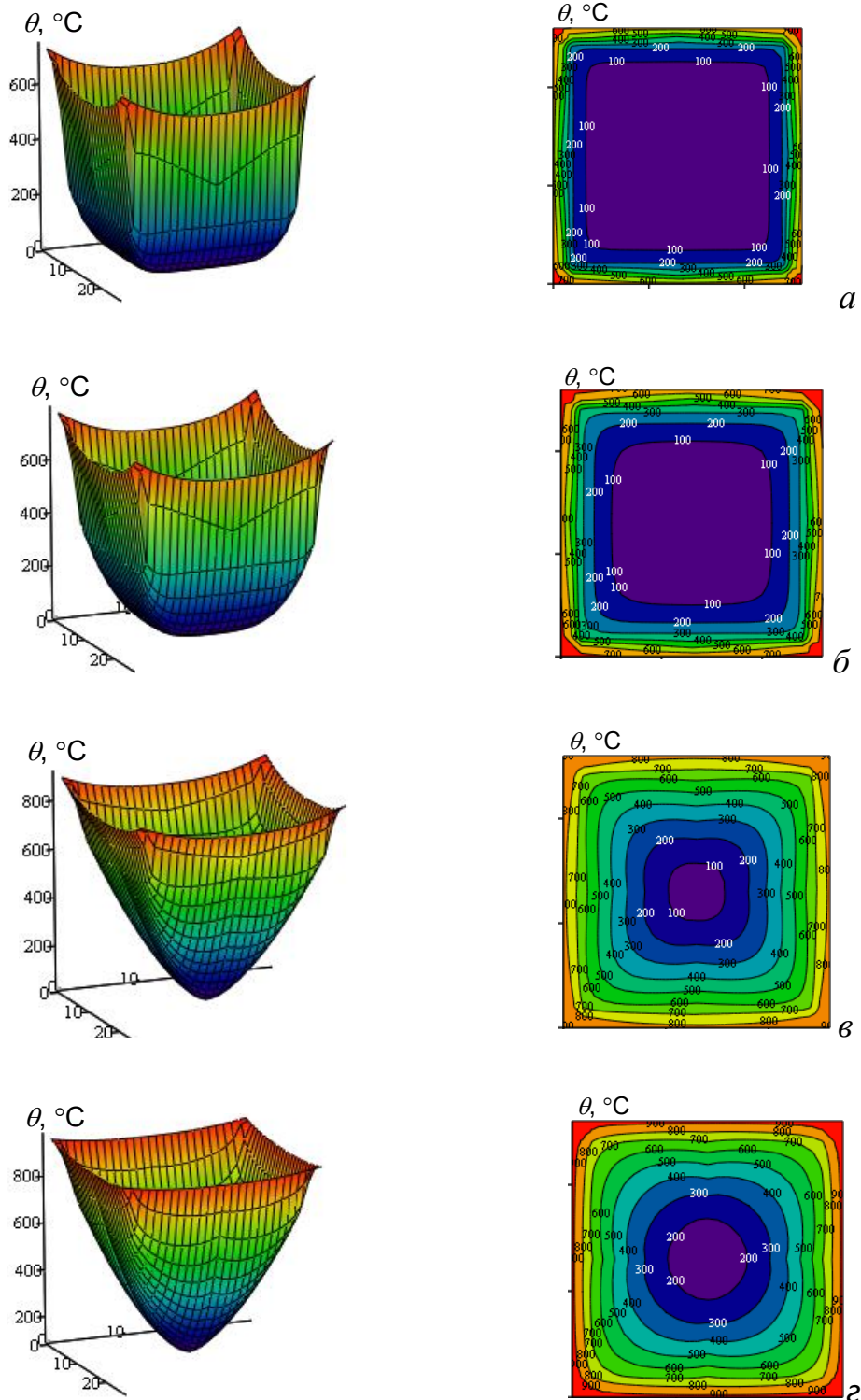


Рисунок 6 - Температурные распределения в сечении фрагмента деревянной колонны 200×200 с огнезащитным облицовкой в один слой в разные моменты времени действия «стандартного» пожара, определенные по предложенному методу интерполяции:  
 а – 15 мин; б – на 30 мин; в – на 60 мин; г – на 90 мин

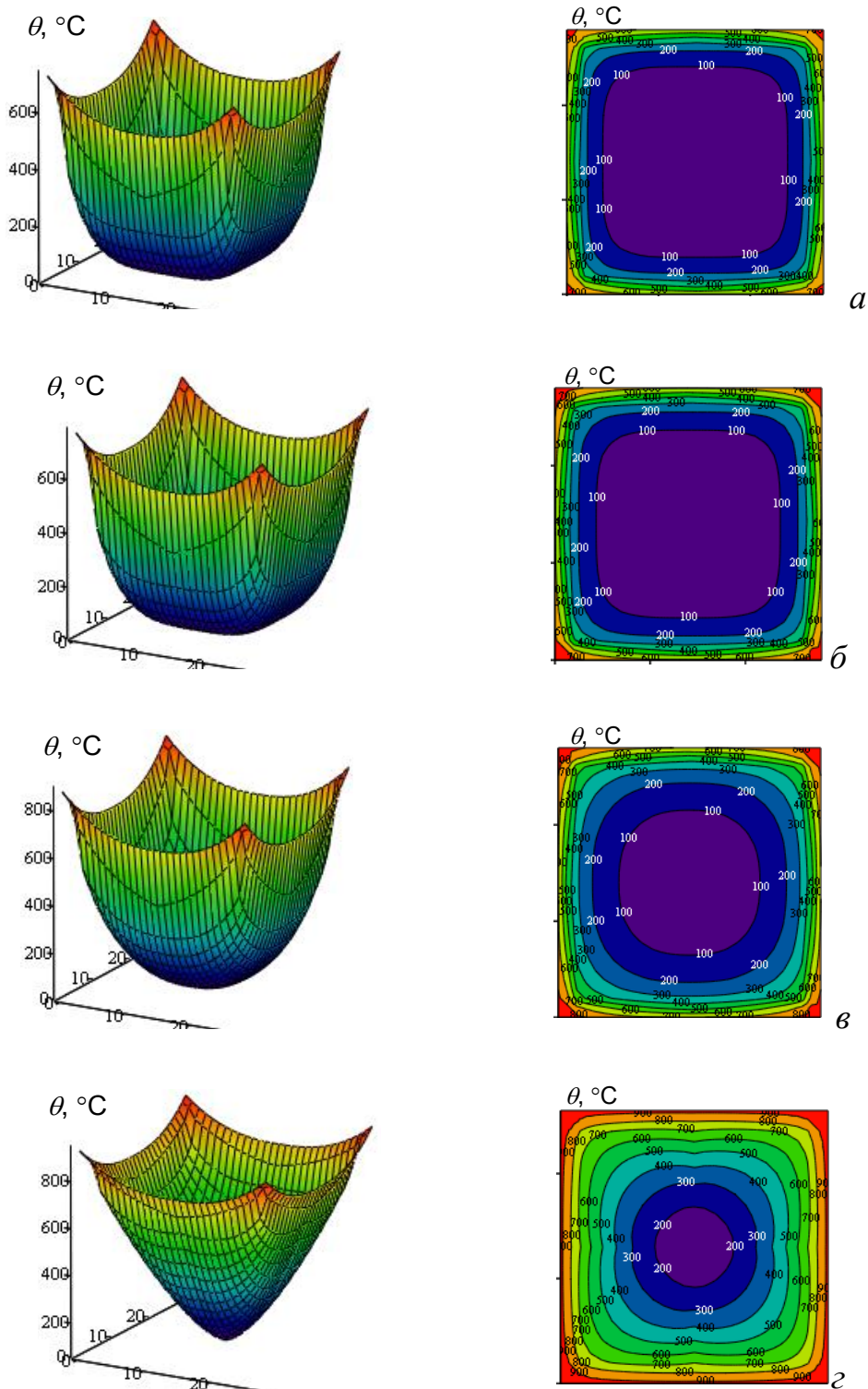


Рисунок 7 – Температурные распределения в сечении фрагмента деревянной колонны 200×200 с огнезащитным облицовкой в два слоя в разные моменты времени действия «стандартного» пожара, определенные по предложенному методу интерполяции:  
 а – 15 мин; б – на 30 мин; в – на 60 мин; г – на 90 мин.

Полученные распределения имеют замкнутые изотермы, имеющие соответствующую гладкость и совместимость, а также согласуются с формой таких распределений, полученных теоретическим путем.

Как можно увидеть на рисунках с температурными распределениями прогревания фрагментов деревянных колонн с огнезащитой происходит с меньшей скоростью, что также подтверждает эффективность предложенной огнезащитной системы.

*Выводы:*

1. Осуществлена аппроксимация температурных распределений в сечении фрагментов деревянных колонн по линиям расположения термопар. Проведенные расчеты показали, что их результаты достаточно точно воспроизводят показатели температуры, которые были получены в результате экспериментальных исследований.

2. Разработан метод интерполяции температурных полей в сечении фрагментов деревянных колонн с огнезащитной облицовкой и без нее, подвергнутых огневому испытанию. На основе данного метода определены распределения температуры в сечении фрагментов деревянных колонн с огнезащитной облицовкой и без нее с учетом температурных измерений, выполненных во время проведения испытаний. Это позволило восстановить температурное поле в сечении колонн, имея температурные показатели только в пяти контрольных точках.

Список литературы

1. Бруев Н.А. Повышение огнезащиты элементов строительных деревянных конструкций импульсной пропиткой антипиренами: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 21.06.02 «Пожарная безопасность». – Харьков, 2001.

2. Соловьева М.Е. Влияние огнезащитного покрытия на повышение предела огнестойкости деревянных строительных конструкций: // Нефтегазовое дело. – 2013. - № 1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ogbus.ru/article/vliyanie-ognezashhitnogo-pokrytiya-na-povyshenie-predela-ognestojkosti-derevyannyx-stroitelnyx-konstrukcij>.

3. Змага Я.В. Расчетный метод повышенной точности для оценки предела огнестойкости деревянных балок с огнезащитной пропиткой: автореф. дис. на канд. тех. наук: спец. 21.06.02 «Пожарная безопасность». – Харьков, 2016.

4. Demeshok V. Calculation method for evaluating the fire resistance of timber slabs with use the Finite Elements Method / Zalevs'ka A., Lutsenko Yu., Tychenko O. // Збірник наукових праць / XVIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE CZESTOCHOWA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY FACULTY OF PRODUCTION ENGINEERING AND MATERIALS TECHNOLOGY, 2017. – P. 405-409.

5. Фещук Ю.Л. Экспериментальные исследования поведения деревянных колонн с огнезащитной облицовкой в условиях пожара [Электронный ресурс] /

Ю.Л. Фещук, С.В. Поздеев, В.В. Нижник // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2017. – Вып. 42. – С. 155-164. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol42/feshchuk.pdf>.

6. Поздеев С.В. Определение температурных полей в сечении железобетонной колонны при ее испытании на огнестойкость / С.В. Поздеев, В.К. Словинский, С.Д. Щипец, А.М. Омельченко // Пожарная безопасность: теория і практика : сб. науч. трудов. – Черкассы: АПБ, 2013. – № 15. – С. 130 – 137.

*Ю.Л. Фещук<sup>1</sup>, С.В. Поздеев<sup>2</sup>, В.В. Нижник<sup>1</sup>, А.Ю. Новгородченко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Азаматтық қорғаныстың Украина ғылыми-зерттеу институты*

*<sup>2</sup>НУЦЗУ Чернобыль батырлары атындағы Черкасск өрт қауіпсіздігі институты*

## ОТТАН ҚОРҒАҒЫШ ЖАПҚЫШЫ БАР АҒАШ КОЛОННАЛАРДЫҢ ФРАГМЕНТТЕР ҚИМАСЫНДА ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ АЛАҒДАРЫНЫҢ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ӘДІСІ

Оттық сынауларға төндірілген оттан қорғағыш жапқышы бар және онсыз ағаш колонналардың фрагменттер қимасында температуралық алаңдарының интерполяция әдісі жасалды. Өңделген интерполяция әдісін қолданумен және сынауларды өткізу уақытында орындалған оттық сынауларға төндірілген оттан қорғағыш жапқышы бар және онсыз ағаш колонналардың фрагменттер қимасында температуралық алаңдарының интерполяция әдісі анықталды.

*Түйін сөздер:* температура, отқа төзімділік, ағаш колонна.

*Y. Feshchuk<sup>1</sup>, S. Pozdieiev<sup>2</sup>, V. Nizhnyk<sup>1</sup>, A. Novgorodchenko<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>The Ukrainian Civil Protection Research Institute*

*<sup>2</sup>Cherkassy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of NUCPU*

## METHOD OF INTERPOLATION OF TEMPERATURE FIELDS IN THE SECTION OF FRAGMENTS OF WOODEN COLUMNS WITH MEMBRANE FIREPROOFING

A method has been developed for interpolating temperature fields in the section of fragments of wooden columns with and without membrane fireproofing in fire conditions. Using the developed method of interpolation, temperature distributions in the cross section of fragments of wooden columns with and without membrane fireproofing were determined taking into account the temperature measurements made during the tests.

*Keywords:* temperature, fire resistance, wooden column.

*Б.Ж. Рахметулин*

*Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

## **К ВОПРОСУ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ С МНОГОСВЕТНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ**

В статье изложены проблемы обеспечения распространения опасных факторов пожара в атриумных зданиях. Предложена методика защиты многосветных пространств с помощью применения различных противопожарных преград, а также основные направления противопожарной защиты этих объектов. Приведены примеры пожаров в подобных зданиях, проведён анализ распространения опасных факторов пожара. Исследована наибольшая опасность зоны опасных факторов пожара в многосветных пространствах. Показана зависимость дымообразования от внешнего теплового потока.

*Ключевые слова:* атриум, пожарная безопасность, противопожарные преграды, пожарная опасность, распространение пламени.

История применения атриумов в здании идёт с древнего Рима, он представлял собой центральную часть древнеримского жилища, световой двор внутри здания, в который выходили остальные помещения. Этимология слова идет от латинского atrium, что значит «закопченный», «черный». В древних жилищах в атриуме располагался постоянно горящий очаг, из-за небольшого размера двора он мог быть закопченным, отсюда, скорее всего, и пошло его название. Страсть к колоссальным сооружениям, обуявшая римлянами во времена расцвета империи, натолкнула их на мысль устраивать атриумы при общественных сооружениях и в храмах. В современной архитектуре значение термина «атриум» несколько иное.

В настоящее время в Республике Казахстан, в связи с ускоренными темпами экономического развития в строительстве, число зданий с атриумами существенно увеличивается. Вместе с тем, как отмечает ряд специалистов, к настоящему времени выполнен относительно небольшой объем исследований, особенно экспериментальных по пожарам в атриумных зданиях, по сравнению с другими сферами, представляющими интерес для специалистов в области пожарной безопасности зданий. Большие внутренние объемы в зданиях (атриумы, пассажи, открытые лестницы) получили широкое распространение в Казахстане и за рубежом.

Прежде всего, что такое атриум-часть здания в виде многосветного пространства, развитого по вертикали с поэтажными галереями, на которые выходят помещения различного назначения [1]. Даже из данного определения можно сказать, каково влияние атриума здания на распространение пожара.

Атриумы встречаются в проектах торгово-деловых и развлекательных центров, рынков, санаториев, гостиниц. Пожары в зданиях с большими

внутренними объемами могут сильно отличаться от пожаров в традиционных зданиях, что предъявляет дополнительные требования к взаимосвязанным системам безопасности зданий, особенно к их противопожарной защите.

Примером этому могут служить пожар, произошедший 12 октября 2012 года в Республике Казахстан, г. Кокшетау, Акмолинской области в торгово-развлекательном центре «РИО», где возмещение произошло в торговом бутике, откуда пошло распространение пламени по всему зданию, дым заполнил всё здание из-за многосветного пространства. Другим примером может служить крупный пожар в Российской Федерации г. Кемерово, в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» 25 марта 2018 года. Площадь пожара – 1600м<sup>2</sup>. В результате пожара погибли 64 человека, в том числе 41 ребёнок. Данное здание также имело внутреннее многосветное пространство.

Все эти и другие примеры ещё раз подтверждают о том, что при пожаре в атриумных зданиях создаётся большая угроза для эвакуации людей и распространения пламени.

В связи с тем, что многосветные пространства невозможно разделить на отдельные отсеки противопожарными преградами, создается необходимость новых решений по противопожарной защите данных объектов.

С точки зрения архитектуры и дизайна применение сплошных противопожарных перегородок не всегда приемлемо, поэтому приходится искать другие объемно-планировочные, инженерные и технические решения, которые в последующем входят в состав специальных технических решений как дополнительные компенсирующие мероприятия, к одному из них может относиться:

- применение противопожарных экранов (штор) с пределом огнестойкости (не ниже предела огнестойкости междуэтажного перекрытия), автоматически опускающихся при возникновении пожара от междуэтажного перекрытия до высоты 1,7 м или до пола;

- применение стеклянных перегородок из закаленного стекла в металлическом каркасе с орошением их со стороны помещений спринклерными оросителями;

- выполнение перегородки (козырек, экран) по периметру проемов в междуэтажном перекрытии с пределом огнестойкости (не ниже предела огнестойкости междуэтажного перекрытия), опускающегося от перекрытия не менее 1 м, для предотвращения распространения продуктов горения;

- увеличение интенсивности подачи огнетушащего вещества, защищаемой площади и времени работ установки автоматического пожаротушения;

- устройство по периметру проемов многосветного пространства в уровне междуэтажных перекрытий всех этажей дренчерных завес в две линии.

При оценке пожарной опасности зданий, результаты исследования показали, что пожарная нагрузка в зоне островковой части, где наибольшее количество горючих материалов, может привести с большей долей

вероятности к распространению пожара из одной части здания в другую через многосветные помещения (атриум) [2].

На основании результатов обследования зданий, после пожаров выяснена закономерность распространения опасных факторов пожара (ОФП) в атриуме и связанных с ними помещений. Выяснено, что при движении подпотолочного слоя дыма местные препятствия, перепады высот, выход струи дыма в атриум приводят к увеличению массового потока дыма в атриум. На рисунке 1. показана зависимость коэффициента дымообразования ( $D_{max}$ ) от плотности внешнего теплового потока в многосветных пространствах [3].

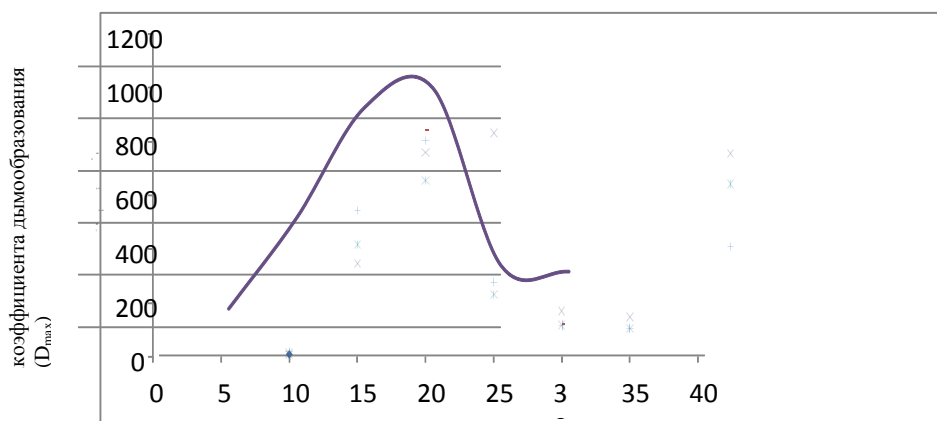


Рисунок 1 – Плотность теплового потока,  $q$  кВт/м

Поэтому в зависимости от конкретного объекта необходимо принять наиболее целесообразное для него решение.

Практика проектирования зданий с многосветным пространством (административные, торговые, многофункциональные и др.) в своем большинстве считает нецелесообразным выделение помещений (многосветного пространства) противопожарными перегородками по ряду причин указанных выше.

Зарубежная практика показывает, что эффективным способом управления пожарной безопасностью объектов является разработка новых методов оценки пожарной опасности общественных зданий, отражающих, с одной стороны, физику распространения опасных факторов пожара по зданию с учетом их объемно-планировочных решений, а с другой - особенности эвакуации людей из рассматриваемых зданий [4]. Основная задача в атриумных зданиях безопасность людей при пожарах [5].

На основании результатов обследования зданий, на основе приведённых выше примеров пожаров с многосветными пространствами, хотелось бы отметить, что дым от пожара, возникшего в атриуме или в смежном с ним помещении, распространяется в другие помещения здания, отсюда возникает угроза для безопасной эвакуации людей. В связи с этим, для обеспечения

безопасности в данных зданиях необходимы решения, направленные на ограничения выхода дыма и распространения пламени с многосветных пространств, а также обеспечения надежной системы дымоудаления. При этом мы не должны забывать об экономической эффективности противопожарной защиты [6].

Рассматриваемые прецеденты ещё раз указывают на повышенную пожарную опасность атриумных зданий, а также на необходимость их отнесения к «особому классу функциональной пожарной опасности».

На основе анализа литературных данных предложена следующая методика защиты многосветных пространств:

- дым из атриума можно выпустить путем вытяжки как с помощью зенитных проемов, так и путем устройства системы вытяжной вентиляции нагнетаемого воздуха, что позволяет снизить концентрацию дыма в верхней зоне и ограничить его распространение в другие (смежные) помещения;
- применять дымогазонепроницаемые (противопожарные) шторы, опускающихся при пожаре.

#### Список литературы

1. СН РК 3.02-09-2011. Многофункциональные здания и комплексы; введ. 2015-07-01. Астана, 2011. – 17 с.
2. Кирюханцев Е.Е. Условия развития пожара через многосветные помещения // Пожарная безопасность. – 2017. - № 2. - 108 с.
3. ГОСТ 12.0144-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. ВЗАМЕН ГОСТ 12.1.044-84; введ. 01.01.91. - М.: Изд-во стандартов, 1996.
4. Саксон Р. Атриумные здания / пер., с англ. - М.: Стройиздат, 1987. – 138 с.
5. Присадков В.И., Федоринов А.В. и др. Безопасность людей при пожарах в зданиях с атриумами. // Организм и окружающая среда: жизнеобеспечение и защита человека в экстремальных условиях: матер. междунар. науч.-практ. конф., г. Москва, 2000. - С.54-56.
6. Аболенцев Ю.И. Экономика противопожарной защиты. - М: ВИПТШ МВД СССР, 1985. - 216 с.

*Б.Ж. Рахметулин*

*Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

## КӨП ЖАРЫҚТАЛЫНАТЫН ҒИМАРАТТАРДЫ ӨРТКЕ ҚАРСЫ ҚОРҒАУ БОЙЫНША СҰРАҚТАРЫ

Бұл мақалада атриумді ғимараттардағы жалынның таралуын қамтамасыз ету мәселелері көрсетілген. Жарықтану кеңістіктерін әртүрлі өрт тосқауылдарын пайдалану арқылы қорғау әдістері, сондай-ақ бұл ғимараттардың өрттен қорғаудың негізгі бағыттары ұсынылған. Ұқсас ғимараттардағы өрттердің мысалдары келтіріліп, өрт қауіпті факторлардың таралуына талдау жасалынған. Жарықтану кеңістіктеріндегі өртті қауіпті факторлардың ең қауіпті аймақтары зерттелінді. Түтінтүзгіштіктің сыртқы жылу ағынына байланысы көрсетілді.

*Түйін сөздер:* атриум, өрт қауіпсіздігі, өртке қарсы кедергілер, өрт қауіпі, жалынның таралуы.

*B. Zh. Rakhmetulin*

*Kokshetau technical institute of ESC of MIA of the Republic of Kazakhstan*

## TO THE QUESTION OF FIRE PROTECTION OF THE BUILDING WITH A MULTILIGHT SPACE

The article shows the problems of ensuring the spread of flames in atrium buildings. The technique of protection in multi-luminous spaces by means of application of various fire-prevention barriers, and also the basic directions of fire-prevention protection of these objects is offered. Examples of fires in such buildings are given, a small analysis of the spread of dangerous fire factors is made. The greatest danger of a zone of dangerous factors of a fire in multicolored spaces is investigated. The dependence of the smoke formation on the external heat flux is shown.

*Keywords:* atrium, fire safety, fire barriers, fire danger, spread of flame.

*Т.Н. Нурмагомедов*  
*Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки*

## **ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ ОТ СВИНЦА БИОАДСОРБЦИОННЫМ СПОСОБОМ**

Использование воды из открытых водоемов в сельскохозяйственном производстве в промышленных районах приводит к загрязнению свинцом и другими тяжелыми металлами почв, растений, и в дальнейшем – человека. Статья посвящена исследованию очистки сточных вод перед их применением от ионов свинца биоадсорбционным способом. В качестве средства очистки предлагается применять фильтры из желатиновой губки, обогащенной полиэтиленимином.

*Ключевые слова:* свинец, поверхностные воды, загрязнение, адсорбция, полиэтиленимин.

В настоящее время поверхностные воды активно применяются в жизнедеятельности человека, в частности – для полива в сельскохозяйственном производстве. Особую опасность представляет орошение сточными водами<sup>1</sup> в промышленных районах, где окружающая среда – атмосфера, почвы и воды – характеризуется повышенным содержанием тяжелых металлов, в том числе – свинца. Токсическое воздействие некоторых металлов обуславливается тем, что при определенных физико-химических условиях металлы могут легко поступать в природные водотоки в виде растворимых соединений, необратимо ассимилируясь в пищевую цепь. Даже в незначительных концентрациях такие металлы, как свинец Pb, ртуть Hg, кадмий Cd опасны для здоровья и жизни человека [1-3].

Поверхностные водоисточники могут быть загрязнены путем попадания сточных вод промышленных предприятий различных типов (рис. 1), при оседании тяжелых металлов из атмосферы, выщелачивании свинца из горных пород и т.д. [4].

В целях обеспечения безопасности жизнедеятельности населения актуальным является вопрос снижения концентрации свинца в водах перед его использованием в сельскохозяйственном производстве.

Для таких населенных пунктов и прилегающих к ним территорий, как Москва (южная часть), Санкт-Петербург, Дальнегорск, Норильск, Комсомольск-на-Амуре, Липецк, Магнитогорск, Екатеринбург, Владикавказ, Ярославль, и др. в связи с функционированием металлургических и перерабатывающих предприятий, вопрос очистки вод от свинца и других

<sup>1</sup> Сточные воды - воды, загрязнённые бытовыми отбросами и производственными отходами и удаляемые с территорий населённых мест и промышленных предприятий системами канализации. К сточным водам относят также воды, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков в пределах территорий населённых пунктов и промышленных объектов, а также воды, прошедшие через какую-либо загрязнённую территорию, в том числе населённого пункта.

тяжелых металлов является первостепенной задачей при обеспечении экологической безопасности [5].

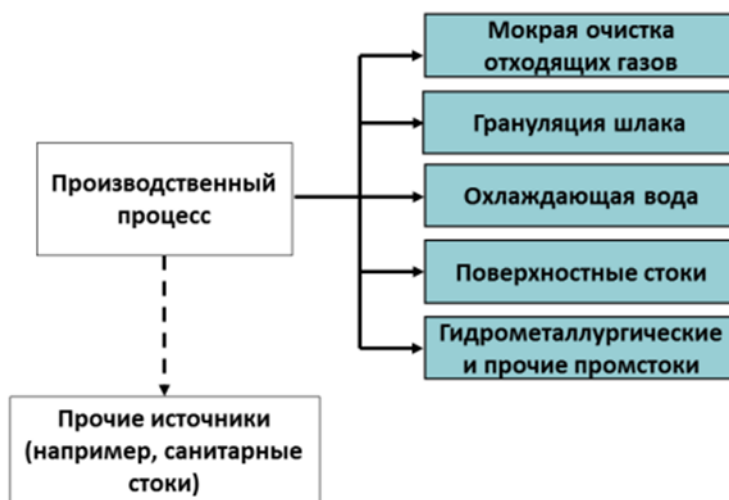


Рисунок 1 - Классификация сточных вод промышленных предприятий

В зависимости от состава и свойств производственных и бытовых сточных вод, а также вод открытых водоемов в промышленных районах, их загрязненности и специфики загрязняющих веществ применяют механический, физико-химический, химический и биологический методы их очистки. При этом используются схемы и сооружения с учетом специфических особенностей стоков.

Для глубокой очистки вод от растворимых примесей наиболее эффективны сорбционные методы – адсорбция, абсорбция, хемосорбция.

Существует множество технологий снижения концентрации тяжелых металлов в водах, такие как ионный обмен, адсорбция, мембранное разделение и химическое осаждение. Среди перечисленных методов адсорбция может быть выделена как гибкая, экономичная и эффективная технология. После простой десорбции адсорбенты регенерируются для многократного использования без потери эффективности.

Разработка специального регенерируемого сорбента и системы его применения для уменьшения содержания свинца и других тяжелых металлов в сточных водах при их непосредственном вторичном использовании являются важными задачами в рамках обеспечения безопасности населения.

Углеродные материалы (углеродная пена, углеродные нанотрубки, графен, активированный уголь), наноматериалы (наночастицы оксидов железа, марганца, цинка), хитозановые композиты, цеолиты, угли считаются эффективными веществами для борьбы с загрязнением тяжелыми металлами [6]. К сожалению, эти вещества мало подвержены регенерации. Экономические издержки не позволяют широко их применять малыми и средними сельскохозяйственными предприятиями.

Одним из эффективных решений для дезактивации сточных вод может быть применение фильтров из модифицированной полиэтиленимином желатиновой губки.

Желатиновая губка представляет собой легкодоступный биополимер, который обладает не только хорошей химической, физической и биологической стабильностью, но и содержит различные функциональные группы, которые могут взаимодействовать с тяжелыми металлами (рис. 2). Несмотря на то, что водопоглощение желатиновой губки велико, его объем увеличивается незначительно, при фильтрации сохраняется его высокопористая структура и адсорбционная способность [7].

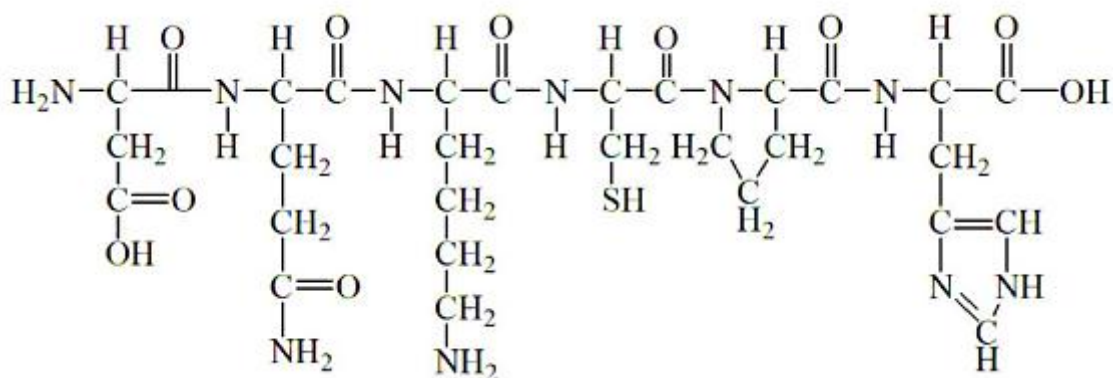


Рисунок 2 - Структура полипептида желатина

Однако из-за соединения с аминогруппами адсорбционная способность желатиновой губки невелика (по свинцу - 9,35 мг/г). Обогащение поверхности специальным веществом может быть использовано для улучшения его адсорбционной способности и механической устойчивости.

В целях совершенствования методов очистки вод от свинца, были проведены исследования по обогащению поверхности желатиновой губки полиэтиленимином  $[-CH_2CH_2NH-]_n$  (ПЭИ) для повышения его адсорбционной способности. Разветвленный ПЭИ  $[-CH_2CH_2NH-]_n$  представляет собой водорастворимый полимер, с аминными группами первичной, вторичной и третичной формах в каждом сегменте цепи (рис. 3).

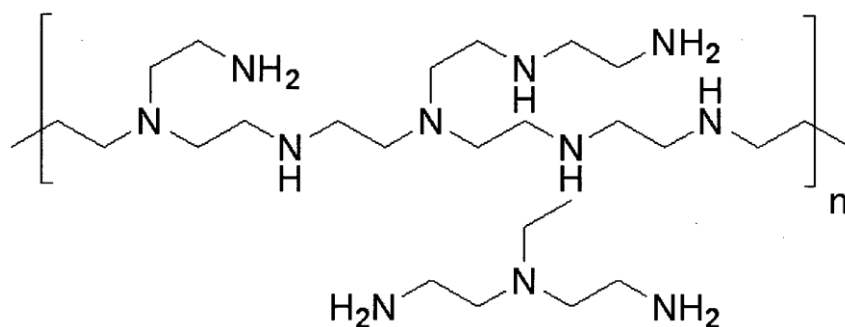


Рисунок 3 - Структура полипептида полиэтиламина

Модификацию ПЭИ желатиновой губки проводят посредством двух реакций (рис. 4):

1. Превращение аминогрупп желатина в карбоксильные группы путем введения 3,3-дителиопропионовой кислоты.
2. Взаимодействие ПЭИ с полученными карбоксильными группами.

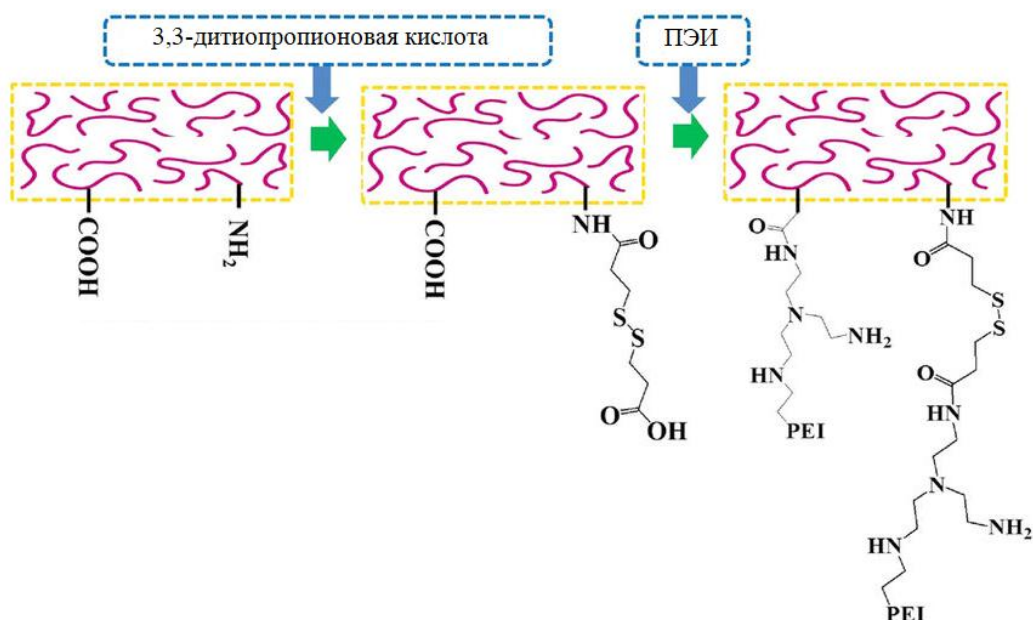


Рисунок 4 - Получение модифицированной ПЭИ желатиновой губки

Адсорбционные способности желатиновой губки и модифицированной ПЭИ желатиновой губки были исследованы при встряхивании в течение установленного времени. Средняя масса каждой губки 0,5 г, объем водного раствора с различными концентрациями ионов свинца и кадмия Pb – 50 мл, варьирование pH – от 2 до 9. После встряхивания количество поглощенного свинца было определено с помощью спектрометра [6].

Эксперименты показали, что средняя адсорбционная способность модифицированной ПЭИ желатиновой губки составила по свинцу 66,1 мг/г (рис. 5).

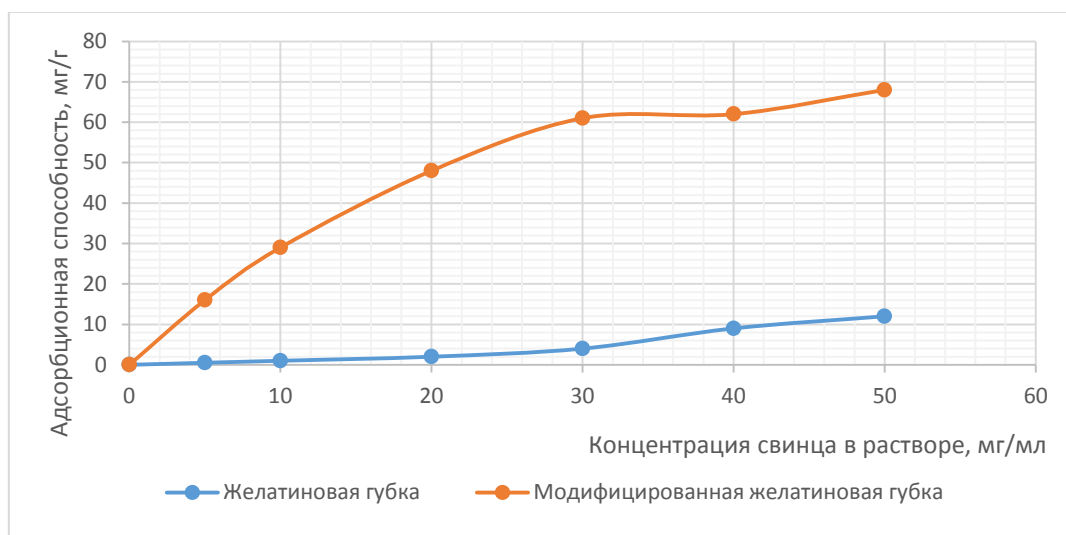


Рисунок 5 - Адсорбционная способность поглощения свинца желатиновой губкой и модифицированной полиэтиленимином желатиновой губки

Существенное влияние на сорбционную емкость модифицированной ПЭИ желатиновой губки оказывает pH среды. Максимальное извлечение катионов свинца  $Pb^{2+}$  наблюдается при pH равновесных растворов, близких к нейтральным (рис. 6).

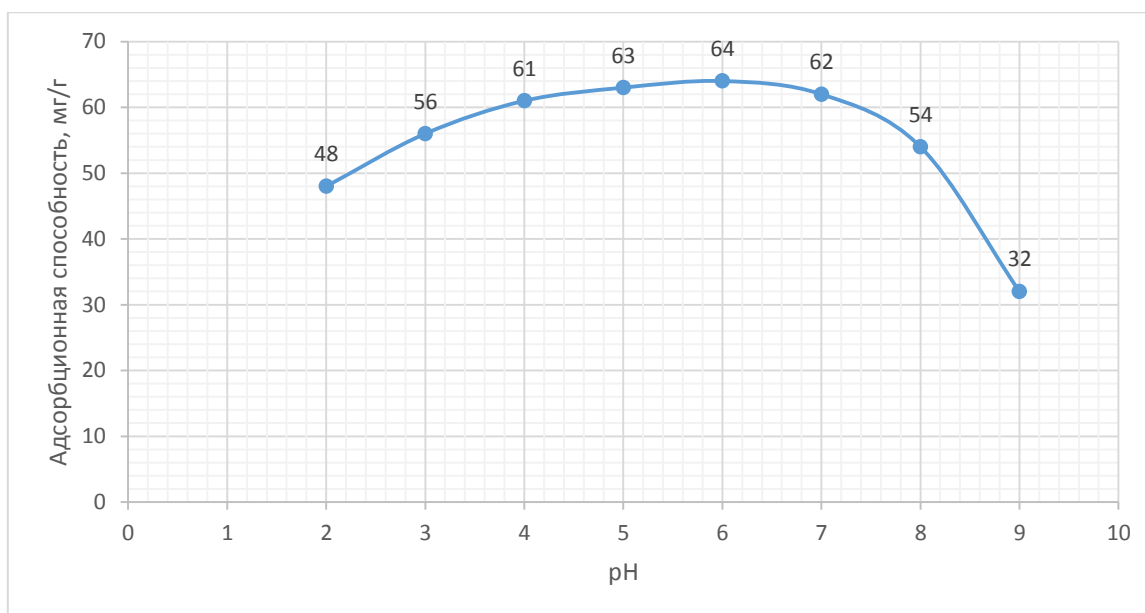


Рисунок 6 - Влияние pH на эффективность извлечения свинца из раствора с помощью модифицированной ПЭИ желатиновой губки

Стабильность фильтра из модифицированной ПЭИ желатиновой губки изучалась путем исследования адсорбционных способностей после 90 дней хранения в водном растворе. Было отмечено, что эффективность сорбции не изменилась.

Для исследования способности к регенерации, через использованный фильтр слабый раствор уксусной кислоты. Результаты показали, что сорбционная способность уменьшалась с каждым циклом использования. Однако после пятого цикла адсорбции-десорбции сорбционная способность материала сохранилась на уровне 80 %, что подтверждает рентабельность использования модифицированной ПЭИ желатиновой губки.

Размеры и типы фильтров из модифицированной ПЭИ желатиновой губки в зависимости от объемов потребления воды могут быть различны – картриджные, автоматические проточные и др. Сорбент в фильтре может быть представлен в виде порошковой, гранулированной или прессованной прослойки. Проект системы автоматической фильтрации с блоком управления подачей воды представлен на рис. 7. Для крупных сельскохозяйственных предприятий может быть использован сорбционный блок, представленный на рис. 8.



Рисунок 7 - Проект автоматической системы очистки воды от ионов свинца



Рисунок 8 - Сорбционный блок очистки сточных вод от свинца

*Выводы:*

Представленный в статье материал для фильтра – модифицированная полиэтиленимином желатиновая губка – является эффективным средством очистки воды от свинца и других тяжелых металлов и отличается высокой адсорбционной способностью (66,1 мг/г), механической стабильностью, экологичностью, простотой эксплуатации, и возможностью регенерации.

Фильтры на основе желатина могут быть различных типов – от катриджных, для использования в быту, до сорбционных блоков очистки, применяемых в сельскохозяйственных производствах.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года: от 25 января 2018 года, № 84-р. [Электронный ресурс]. – [Режим доступа]: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_289114/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_289114/). Дата обращения 20.02.2018 г.

2. Окина О.И. Воздействие производств по переработке свинца с различными технологическими циклами на окружающую среду и городское население / О. И. Окина, А. В. Горбунов, С. М. Ляпунов, И. Н. Ильченко // Экология и промышленность России. - 2011. - № 12. - С. 50–54.

3. Путилина В.С. Сорбционные процессы при загрязнении подземных вод тяжелыми металлами и радиоактивными элементами. Медь. - Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2013. - 95 с.

4. ИТС 3 – 2015 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Производство меди. - М.: Бюро НТД, 2015. - 344 с.

5. Шаров П.О. Загрязнение свинцом пос. Рудная Пристань и его влияние на здоровье детей. - Владивосток: Дальнаука, 2005. - 132 с.

6. Li, B. et al. Highly efficient removal of lead and cadmium during wastewater irrigation using a polyethylenimine-grafted gelatin sponge. *Sci. Rep.* 6, 33573; doi: 10.1038/srep33573 (2016).

7. Zhang, Y. et al. Fabrication of chitosan/gelatin foams with ordered porous structures for use in drug release and metal ion adsorption. *Rsc Adv* 4, 33840–33847 (2014).

8. Fu, F. & Wang, Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *J Environ Manage* 92, 407–418 (2011).

9. Jiang, W. et al. Annual input fluxes of heavy metals in agricultural soil of Hainan Island, China. *Environ Sci Pollut R* 21, 7876–7885 (2014).

10. Lee, C. et al. Application of carbon foam for heavy metal removal from industrial plating wastewater and toxicity evaluation of the adsorbent, *Chemosphere* 153, 1–9 (2016).

*Т.Н. Нурмагомедов*

*Ресей ТЖМ Азаматтық қорғау Академиясы, Химки қ.*

## ӨНДІРІСТІК АУДАНДАРДА БЕТТІК СУЛАРДЫ БИОАДСОРБЦИОНДЫ ӘДІСПЕН ҚОРҒАСЫННАН ТАЗАЛАУ

Өндірістік аудандардағы халық шаруашылығында ашық су көздерінен суды қолдану топырақтың, өсімдіктердің және келешекте – адамның қорғасынмен және басқа да ауыр металлдармен ластануына әкеледі. Мақала биоадсорбционды әдіспен қорғасын иондарынан тұрып қалған суларды тазалау бойынша зерттеулерге арналған. Тазалау құралы ретінде полиэтилениминмен қаныққан желатинді сіңірілуден тұратын фильтрларды қолдану ұсынылады.

*Түйін сөздер:* қорғасын, беттік сулар, ластану, адсорбция, полиэтиленимин.

*T.N. Nurmagomedov*

*Academy of Civil Defence EMERCOM of Russia, Moscow Region, Khimki*

## PURIFICATION OF SURFACE WATERS IN INDUSTRIAL AREAS OF LEAD BIO ADSORPTION METHOD

The use of water from open water bodies in agricultural production in industrial areas leads to contamination by lead and other heavy metals of soils, plants, and in the future – people. The article is devoted to the study of wastewater treatment before their application from lead ions bio adsorption method. As cleaning tools are encouraged to apply filters from gelatin sponge enriched polyethylenimine.

*Keywords:* lead, surface water, pollution, adsorption, polyethylenimine.

---

---

## ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

---

---

УДК 614.8.084

arman\_1703@mail.ru

*С.Д. Шарипханов, доктор технических наук*

*К.Ж. Раимбеков, кандидат физико-математических наук*

*А.Б. Кусаинов*

*Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан*

### **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ПОДГОТОВКЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

В статье рассмотрена система подготовки квалифицированных кадров для органов гражданской защиты Республики Казахстан. Предложена многоуровневая модель подготовки квалифицированных специалистов в сфере гражданской защиты Республики Казахстан.

*Ключевые слова:* квалифицированный специалист, многоуровневая модель подготовки кадров.

Уполномоченный орган в сфере гражданской защиты Республики Казахстан представляет собой мощную специализированную инженерно-техническую службу, которая может функционировать эффективно только при наличии хорошо подготовленных квалифицированных кадров. К квалифицированным специалистам относятся лица, прошедшие обучение в специальном учебном заведении [1].

Подготовка квалифицированных специалистов для системы гражданской защиты связана с рядом важных социально-экономических проблем. Наиболее важными из них являются: определение перспективной потребности подразделений гражданской защиты в квалифицированных специалистах; планирование развития системы специальных учебных заведений в целях удовлетворения потребности подразделений в квалифицированных специалистах; повышение качества знаний выпускаемых специалистов специальными учебными заведениями [2].

В настоящее время указанные проблемы стоят особенно остро, так как число вакантных должностей среднего и старшего начальствующего состава из года в год увеличивается, в 2015 г. - 430 ед., в 2016 г. - 557 ед. и в 2017 г. - 611 ед.

Подготовка специалистов осуществляется в единственном учебном заведении Кокшетауском техническом институте Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан (КТИ) только по программам бакалавриата, что не позволяет удовлетворить потребности уполномоченного органа в сфере гражданской защиты с профессионально-техническим образованием и высококвалифицированных специалистов с послевузовским образованием [3].

В этой связи было бы целесообразным создать многоуровневый образовательный комплекс для непрерывной ступенчатой профессиональной подготовки кадров в соответствии с нормативными требованиями Республики Казахстан.

Организационная модель такого образовательного комплекса представляет собой совокупность структурных подразделений, фактически образующих целостную систему.

Целью объединения является максимальная организационная (административная) интеграция разноуровневых учебных организаций образования: «начального профессионального – среднего профессионального – высшего профессионального – послевузовского профессионального» для решения единого комплекса взаимосвязанных задач. Для этого обычно формируется образовательный комплекс в составе: «Учебный центр – Высший колледж – ВУЗ».

В настоящее время многие образовательные учреждения реализуют программы подготовки по принципу преемственности различных уровней образования бакалавриат-магистратура-докторантура PhD, однако данная модель не охватывает ступени профессиональной подготовки рабочих кадров соответствующих уровней квалификаций и специалистов среднего звена.

В этой связи, предлагается перейти на многоуровневую модель подготовки кадров. Преимущества многоуровневой подготовки кадров при интеграции образовательных структур в единый образовательный комплекс будут выражаться следующей «системой эффектов» социально-экономического характера:

- для системы гражданской защиты – новые гибкие связи профессионального образования с потребностями территориальных подразделений;

- для образовательного учреждения – это возможность наиболее полной реализации научно-педагогического потенциала, разработка новых модификаций учебных планов с учетом специфики профессии;

- для желающих овладеть профессией – возможность результативного завершения подготовки на каждом уровне, если не готов пока получить образование более высокого уровня. Так как модель является открытой (без тупика), она позволяет выпускнику вернуться в обучение на следующий уровень после приобретения опыта работы в подразделениях. Повышается

конкурентоспособность выпускника через спектр дополнительных квалификаций и специальностей.

Выше представленную модель формирования образовательного комплекса предлагается реализовать путем открытия Высшего колледжа гражданской защиты для подготовки кадров по образовательным программам прикладного бакалавриата и профессиональной подготовки рабочих специальностей, а также переход на подготовку специалистов высшей квалификации по программам послевузовского образования магистратура и докторантура PhD.

Таким образом, будет осуществлен переход на многоуровневую модель подготовки специалистов для системы гражданской защиты Республики Казахстан (рисунок 1).



Рисунок 1 – Многоуровневая модель подготовки кадров

Для реализации многоуровневой модели подготовки кадров необходимо внести изменения и дополнения в квалификационные требования к категориям должностей сотрудников гражданской защиты Республики Казахстан [4] (таблица 1).

Таблица 1 - Квалификационные требования к категориям должностей сотрудников гражданской защиты Республики Казахстан

Наименование образовательной программы	Наименование должности	Специальное звание
Профессиональная подготовка	Водитель – сотрудник Пожарный: спасатель, радиотелефонист, прожекторист Моторист пожарного катера Радиотелефонист Диспетчер Мастер-спасатель и т.д.	Рядовой - старшина
Прикладной бакалавриат	Начальник караула	Младший лейтенант - капитан
Бакалавриат	Инженер Старший инженер Главный специалист Оперативный дежурный Помощник оперативного дежурного (помощник руководителя тушения пожара) Старший преподаватель регионального учебного центра Помощник начальника специализированного отряда и т.д.	Лейтенант - подполковник
Магистратура	Начальник: управления, отдела, дежурной части, центра оперативного управления силами и средствами, регионального центра, испытательной пожарной лаборатории, специализированного отряда, специализированной пожарной части, пожарной части, Оперативный дежурный (заместитель руководителя тушения пожара) Преподаватель Старший преподаватель Доцент и т.д.	Майор - полковник
Докторантура PhD	Начальник департамента по чрезвычайным ситуациям Начальник специального учебного заведения Начальник факультета Начальник кафедры Заместитель начальника кафедры Профессор кафедры	Майор – генерал лейтенант

Из таблицы 1 видно, что для каждой должности определена соответствующая образовательная программа и потолок по специальному званию. Таким образом, лицо, освоив надлежащую образовательную программу, назначается на соответствующую должность и получает специальное звание.

Многоуровневая модель подготовки квалифицированных кадров является открытой системой образования, которая дает возможность осуществления «образования через всю службу в сфере гражданской защиты», т.е. осуществления принципа непрерывности образования [5]. Она наиболее полно отражает современную образовательную концепцию Республики Казахстан.

### Список литературы

1. Сайт Кокшетауского технического института Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – [Режим доступа]: <http://kti-tjm.kz/> (дата обращения: 12.05.2018).

2. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Подготовка специалистов комплексной безопасности / Вестник Кокшетауского технического института. – 2018. - № 1 (29). - С. 80-88.

3. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Математическая модель подготовки кадров для органов гражданской защиты Республики Казахстан / Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции «Пожарная и аварийная безопасность», посвященной Году гражданской обороны. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 875-878

4. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан. Об утверждении квалификационных требований к категориям должностей органов внутренних дел Республики Казахстан: утв. 5 мая 2015 года № 432. [Электронный ресурс]. – [Режим доступа]: <http://online.zakon.kz> (дата обращения: 12.05.2018).

5. Рогожин В.М., Елагина В.С. Современная модель подготовки специалистов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 6.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=27136> (дата обращения: 12.05.2018).

*С.Д. Шәріпханов, К.Ж. Раимбеков, А.Б. Құсаинов*

*Қазақстан Республикасы ІІМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АЗАМАТТЫҚ ҚОРҒАУ ЖҮЙЕСІНЕ БІЛІКТІ МАМАНДАРДЫ ДАЯРЛАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ТӘСІЛДЕРІ

Мақалада Қазақстан Республикасының азаматтық қорғау органдарына білікті мамандарды даярлау жүйесі қарастырылған. Қазақстан Республикасының азаматтық қорғау саласына білікті мамандарды даярлаудың көпдеңгейлі моделі ұсынылды.

*Түйін сөздер:* білікті маман, мамандарды даярлаудың көпдеңгейлі моделі

*S.D. Shariphanov, K.Zh. Raimbekov, A.B. Kusainov*

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

## MODERN APPROACHES TO PREPARING QUALIFIED PERSONS FOR THE CIVIL PROTECTION SYSTEM OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

The article considers the system of training of qualified personnel for civil protection bodies of the Republic of Kazakhstan. A multilevel model of training qualified specialists in the field of civil protection of the Republic of Kazakhstan is proposed.

*Keywords:* qualified specialist, multilevel model of personnel training.

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

## **СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ**

В данной статье рассматриваются инновационные методы обучения, которые несут в себе новые способы организации взаимодействия между преподавателем и студентом. Данное новшество является ценным в процессе овладения учебным материалом, так как несет практическую направленность. Использование новейших методов обучения требует от преподавателя максимально умелого подбора и использования разнообразных, наиболее соответствующих тематике и ситуации методов обучения, а также от активизации, субъектных отношений всего учебного процесса.

*Ключевые слова:* активизация, интерактивный материал, иллюстрация, эффективность, субъект, современные технологии.

Современный этап развития образования характеризуется интенсивным поиском нового в теории и практике. Этот процесс обусловлен рядом противоречий, главное из которых - несоответствие традиционных методов и форм обучения и воспитания новым тенденциям развития системы образования нынешним социально-экономическим условиям развития общества, породившим целый ряд объективных инновационных процессов.

Инновационные же методы обучения - это методы обучения, которые несут в себе новые способы взаимодействия между преподавателем и студентом, определенное новшество в практической деятельности в процессе овладения учебным материалом.

Методы обучения являются механизмом реализации замыслов, которые позволяют практически воплотить в жизнь цели, задачи, содержание, принципы обучения. В то же время методы обучения определяются и как движущая сила всего процесса обучения, и должны соответствовать современным требованиям общества, тенденциям развития образования. Через внедрение новых методов и методик обучения происходит реальное реформирование процесса обучения и образования в целом, которое может реализовать каждый преподаватель на каждом конкретном занятии [1].

Но использование новейших методов обучения требует от преподавателя максимально умелого подбора и использования разнообразных, наиболее соответствующих тематике и ситуации методов обучения, а также от активизации, субъектных отношений всего учебного процесса. Именно тщательный подбор интерактивного материала позволяет уже на 50% повысить эффективность успеваемости учащихся, ведь при богатом иллюстративном ряде, грамотно прочитанной лекции и конкретизированным письменным

источникам заинтересованность в изучаемом предмете возрастает, что приводит к гораздо более успешным результатам по окончанию курса.

Постоянная работа с интерактивными материалами позволяет расширить границы сознания и направить мыслительные процессы учащихся к необходимому результату, научить их работать быстро, и за сжатые сроки усваивать наибольшее количество материала. Также важно отметить и творческое развитие школьников и студентов во время обучения, т.к. современные технологии позволяют параллельно работать с аудио-, видеоматериалами и, конечно же, наиболее простыми и распространёнными – графическими (картинки, репродукции, фотографии, анимация).

Важной особенностью интерактивного материала является то, что он доступен для широкого круга пользователей. На сегодняшний день многие обучающие центры и организации занимаются оцифровкой всех письменных и иллюстративных материалов, что позволяет открыть их для множества читателей, исследователей, и, конечно же, молодого поколения студентов; для ознакомления с этими материалами достаточно найти необходимый источник в интернете, после чего можно практически безгранично использовать огромное множество ресурсов, необходимых для успешного выполнения различных заданий.

Такое многогранное применение в обучении большого количества интерактивных источников, собранных профессиональными педагогами и научными деятелями из всевозможных уголков земного шара, позволяет воспитать в учащихся стремление к познанию нового материала, и использовать его для полноценного становления себя как будущего специалиста в той или иной области.

Целостный педагогический процесс предполагает единство всех компонентов (обучения, воспитания, развития, научной деятельности) профессиональной подготовки специалистов.

Педагогический процесс – это специально организованное взаимодействие педагогов и воспитанников по поводу содержания образования с использованием педагогических средств с целью решения задач образования, направленных на удовлетворение потребностей, как общества, так и самой личности в ее развитии и саморазвитии.

Целостный педагогический процесс, как уже отмечалось, имеет свою структуру: сопроцессы - обучение, воспитание, развитие, научную деятельность. В структуре каждого процессуального компонента можно выделить универсальные элементы: цель, задачи, содержание, методы, средства, формы, контроль, результат [2].

Не менее важным направлением педагогической науки является такая тенденция, как технологический подход.

Свойствами любой технологии являются:

– концептуальность (опора на научную концепцию, психологическое, дидактическое, педагогическое обоснование);

- системность (обладание признаками системы: компонентный состав, структура, функции, интегративность);
- эффективность (оптимальность по затратам, устойчивая воспроизводимость результатов с позитивными изменениями в развитии учащихся);
- управляемость (диагностическое целеполагание, планирование, проектирование процессом обучения, поэтапная диагностика, варьирование средствами, методами с целью коррекции результатов);
- алгоритмизация, стандартизация, структуризация учебного материала (создает возможность упорядочения совместной деятельности);
- воспроизводимость (любой другой педагог может воспроизвести и использовать технологию с положительным эффектом);
- актуальность в решении стоящих проблем [3].

Существует, как было сказано ранее, несколько видов или, так называемых, форм обучения. Для различных этапов развития они могут быть также различны, но таковыми, чтобы соответствовать определенной подготовленности учащихся.

Каждый этап формирует определенные цели и задачи. По дидактическим целям формы обучения делят на:

- теоретические (лекция, семинарское занятие, курсовая работа, дипломная работа, консультация, учебная экскурсия);
- практические (лабораторно-практические занятия, практикум);
- комбинированные (педагогическая и производственная практики);
- контрольные (коллоквиум, зачет, экзамен)

Рассматривая подробно теоретические формы обучения, можно сделать наибольший упор на лекциях.

Лекция (от лат. слова *Lectio* - чтение) - традиционная и ведущая форма обучения студентов в вузе. Лекция - логически стройное, систематически последовательное и ясное изложение того или иного научного вопроса.

Лекция организовывается в вузе для систематизации основ научных знаний по дисциплине, раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах, стимулирует их активную познавательную деятельность и способствует формированию творческого мышления.

Наиболее часто встречающиеся в современной практике виды лекций – это те, которые создают наиболее благоприятные условия для понимания и усвоения материала именно за границами учебных заведений.

Скажем, полученный в ВУЗе материал может быть в некоторой степени ограничен различными условиями – недостатком учебных часов, определенными рамками учебной программы, где за минимальный отрезок времени необходимо наиболее полноценно передать необходимую информацию. В таком случае продолжить ознакомление с определенной темой

учащийся может самостоятельно не только в домашних условиях, но и параллельно занимаясь другими обучающими процессами [4].

Немаловажным является и то, что большинство слушателей воспринимают информацию именно на слух, и соответственно – усвоение поданного таким образом материала возрастает в несколько раз.

Помимо восприятия информации на занятиях в ВУЗе, слушатели в наши дни могут обращаться к различным источникам, работать с социальными и интерактивными ресурсами сети интернет. Представление различных источников в виде аудио и видео лекций помогают обучающимся самостоятельно заниматься исследованием тех или иных проблем, связанных с историей развития физики. Особенно важно учитывать ряд неоспоримых плюсов, при личной работе с видео лекциями:

– возможность обращения к видеоисточнику в любой момент времени, независимо от того регламента, который установлен в учебном заведении;

– возможность просмотра видеоисточника покадрово, начиная с необходимого временного промежутка;

– возможность останавливать видео в конкретный момент для ознакомления с репродукциями на экране или записи лекционного материала, для лучшего его осмысления (порою такой возможности лишены слушателей высших учебных заведений, т.к. объем материала велик, и преподаватель не способен все время повторять его во время работы с аудиторией);

– возможность изучать материал по видео-лекциям, опережая заданный алгоритм, при этом составляя представление о предстоящем курсе и наиболее полноценно с ним знакомиться [5].

Таким образом, говоря о необходимости введения интерактивных технологий в повседневную жизнь студентов, и рассматривая подробно влияние технологических методов обучения в современном обществе, можно с уверенностью сказать, что их востребованность растет и создает благоприятные условия для личностного роста каждого члена подрастающего поколения.

#### Список литературы

1. Мынбаева А. К., Садвакасова З. М. Инновационные методы обучения, или Как интересно преподавать: учебное пособие, 5-е изд., доп. - Алматы, 2011. - 341 с.

2. Загрекова Л.В., Теория и технологии обучения: учеб. пособие для студентов вузов / Л. В. Загрекова, В. В. Николина. - М.: Высшая школа, 2004. - 156 с.

3. Анисимов В.В., Грохольская О.Г., Никандров Н.Д. Общие основы педагогики. – М.: Просвещение, 2006. - 574 с.

4. Жанабаев З.Ж. Синергетика знания: научные основы оценки учебной деятельности. - Алматы: Казак университеті, 1999. - 37 с.

5. Чошанов М.А. Дидактическое конструирование гибких технологий обучения // Педагогика. - 1997. - № 2. - С.21-29.

*А.Н. Бейсеков*

*Қазақстан Республикасы ИМ ТЖК Көкшетау техникалық институты*

#### ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ

Бұл мақалада инновациялық оқытудың жаңа әдістерін пайдалануда, оқытушымен студент арасындағы байланыс арқылы оқу материалдарын іс-тәжірибелік қызмет процесінде оқу материалдарын меңгеру. Қарастырылған жана оқыту әдістерін пайдалану оқытушының барынша тақырып пен бүкіл оқу процесінің субъективті қарым-қатынастарының неғұрлым тиісті және әр түрлі оқыту әдістерін шебер іріктеу және пайдалануды талап етеді.

*Түйін сөздер:* жандандыру, интерактивті материал, иллюстрация, субъект тиімділігі, қазіргі заманғы технологиялар.

*A.N. Beisekov*

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

#### MODERN INNOVATIONAL TECHNIQUES OF TEACHING

In this article innovative methods of teaching are considered that show the new ways of interaction between the teacher and the student, a certain innovation in practical activity in the process of mastering the teaching material. Using of new teaching methods require from the teacher different the most skillful selection and use of various, most relevant topics and activation of the hole education process.

*Keywords:* activation, interactive material, illustration, the effectiveness of the subject, modern technology.

## **ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ**

(для публикации в научном журнале Вестник КТИ)

Научный журнал «Вестник Кокшетауского технического института» - 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. Данные об авторе(ах), название статьи, аннотация и ключевые слова в обязательном порядке пишутся на трех языках: казахском, русском и английском. Рекомендуемый средний объем аннотации: 500 печатных знаков. Редакция принимает к рассмотрению статьи объемом не более 10 страниц, включая таблицы (рисунки). Статьи более 10 страниц согласовываются с главным редактором. Шрифт — Times New Roman, размер 14 pt, межстрочный интервал – одинарный, (Word -формат), отступ в начале абзаца – 1,25 см. Все поля – 2 см. В тексте статьи не должна использоваться автоматическая нумерация.

2. Индекс универсальной десятичной классификации (УДК) ставится в левом верхнем углу. В правом верхнем углу пишем электронный адрес e-mail. (шрифт 12).

3. 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.

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

5. 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.

6. Литературные источники в «*Списке литературы*» приводятся по порядку упоминания их в тексте, оформленные в соответствии с ГОСТ 7.1.-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие правила составления».

Ссылки в тексте на соответствующий источник из списка литературы оформляются в квадратных скобках, например [1]. В основе списка должно быть наличие свежих и актуальных литературных источников (желательно, не позднее 20 лет с даты издания). Не допускаются ссылки на непубликуемые 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.**

7. 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.

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.

Наш адрес: Республика Казахстан. Акмолинская область. 020000, г.Кокшетау, ул.Акана-серэ 136, Кокшетауский технический институт КЧС МВД РК.

Контакты: Отдел организации научно-исследовательской и редакционно-издательской работы.

тел. (8 7162)25-58-95;

Тел./факс: (8 7162)25-14-96 (секретариат);

E-mail: [sadvakasova.sk@emer.kz](mailto:sadvakasova.sk@emer.kz), [kti@emer.kz](mailto:kti@emer.kz).

## Научный журнал

Вестник Кокшетауского технического института  
КЧС МВД Республики Казахстан № 3 (31), 2018

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

Подписано в печать 12.08.2018 г.  
Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub> Печать Ризография.  
Объем 11,6 п.л. Тираж 250 экз.  
Заказ № 128.

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