



Основан в 2016 году

Выходит 4 раза в год

Научный журнал
Вестник
Университета гражданской защиты
МЧС Беларуси
(Journal of Civil Protection)
Том 4, № 1, 2020

Редакционная коллегия:

главный редактор:

Полевода
Иван Иванович

кандидат технических наук,
доцент

зам. главного редактора:

Гончаренко
Игорь Андреевич

доктор физико-математических наук,
профессор

Платонов
Александр Сергеевич

кандидат физико-математических
наук, доцент

Редакционный совет:

Лешенюк Николай Степанович, доктор физико-математических наук, профессор – председатель; Богданова Валентина Владимировна, доктор химических наук, профессор – зам. председателя; Акулов Артем Юрьевич, кандидат технических наук (Россия); Альгин Владимир Борисович, доктор технических наук, профессор; Байков Валентин Иванович, доктор технических наук, старший научный сотрудник; Бирюк Виктор Алексеевич, кандидат технических наук, доцент; Волянин Ежи, доктор технических наук, профессор (Польша); Герасимчик Александр Петрович, кандидат психологических наук, доцент; Иваницкий Александр Григорьевич, кандидат технических наук, доцент; Иванов Юрий Сергеевич, кандидат технических наук; Ильюшонок Александр Васильевич, кандидат физико-математических наук, доцент; Каван Степан, доктор технических наук (Чехия); Калач Андрей Владимирович, доктор химических наук, доцент (Россия); Камлюк Андрей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент; Карпиленья Николай Васильевич, доктор военных наук, профессор; Ковтун Вадим Анатольевич, доктор технических наук, профессор; Кремень Маркс Аронович, доктор психологических наук, профессор; Кудряшов Вадим Александрович, кандидат технических наук, доцент; Кузьмицкий Валерий Александрович, доктор физико-математических наук, доцент; Ласута Геннадий Федорович, кандидат сельскохозяйственных наук; Лебедева Наталья Шамилевна, доктор химических наук, доцент (Россия); Лебедин Александр Владимирович, доктор военных наук, профессор; Пастухов Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент; Поздеев Сергей Валерьевич, доктор технических наук, профессор (Украина); Порхачев Михаил Юрьевич, кандидат педагогических наук, доцент (Россия); Раимбеков Кендебай Жанабильевич, кандидат технических наук (Казахстан); Соколов Сергей Викторович, доктор технических наук, профессор (Россия); Тихонов Максим Михайлович, кандидат технических наук, доцент; Фурманов Игорь Александрович, доктор психологических наук, профессор; Чень Цзяньго, доктор технических наук, профессор (Китай); Шарипханов Сырым Дюсенгазиевич, доктор технических наук (Казахстан).

Учредитель – Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»

Решением коллегии Высшей аттестационной комиссии № 18/8 от 9 декабря 2016 г.
журнал включен в перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации № 1835 от 19 сентября 2016 г.

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

Статьи, поступающие для публикации в журнале, рецензируются.

Полная или частичная перепечатка, размножение, воспроизведение или иное использование опубликованных материалов допускаются с обязательной ссылкой на журнал «Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси».

Адрес редакции: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск

Контактные телефоны: (017) 340-53-93 (главный редактор)
(017) 341-32-99

Сайт Университета гражданской защиты: www.ucsp.by

E-mail редакции: vestnik@ucsp.by

ISSN 2519-237X

© Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Пожарная и промышленная безопасность (технические науки)

Ботян С.С., Жамойдик С.М., Кудряшов В.А., Нгуен Т.К. Экспериментально-расчетная методика оценки теплофизических характеристик строительных материалов с использованием камерной электропечи для решения задач огнестойкости 5

Ботян С.С., Жамойдик С.М., Кудряшов В.А., Олеснюк Н.М. Прогрев стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой наружной поверхности при огневом воздействии 20

Навроцкий О.Д., Рябцев В.Н., Иванов И.Ю. Сохраняемость и регенерация пенообразователей для тушения пожаров 32

Безопасность в чрезвычайных ситуациях (технические науки)

Ковтун В.А., Короткевич С.Г., Пасовец В.Н. Тензометрические исследования напряженного состояния цистерн пожарных автомобилей при различных режимах движения 39

Стриганова М.Ю., Шаталов И.М., Самедов С.А., Недашковская И.В., Рабченя В.С. Математическая модель пространственно изменяющегося неустановившегося движения потока при прорыве напорных гидротехнических сооружений в условиях высокогорья 48

Гражданская оборона

Булва А.Д., Безносик Е.А., Лебедкин А.В. Комплексная защита организаций, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени 59

Панасевич В.А., Лебедкин А.В., Мурзич И.К., Бузин Н.Е. Перспективы совершенствования управления гражданской обороной и Государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций 74

Булва А.Д., Карпилена Н.В. К вопросу расчета ранга организации по гражданской обороне с использованием упрощенного метода анализа иерархий 85

Безопасность в чрезвычайных ситуациях (психологические науки)

Гермацкая Е.И. Психологические аспекты профессионально важных качеств пожарных-спасателей 96

Разное (обзоры)

Пасовец Е.Ю., Демченко Д.А. Хищение путем злоупотребления служебными полномочиями: к вопросу о снижении коррупционных рисков в ОПЧС 106

Правила предоставления статей 115

CONTENTS

Fire and industrial safety (technical sciences)

Botyan S.S., Zhamoydik S.M., Kudryashov V.A., Nguyen T.K. Experimental-computing technique of evaluating thermophysical properties of building materials with a muffle electric furnace for solving fire resistance problems 5

Botyan S.S., Zhamoydik S.M., Kudryashov V.A., Olesiyuk N.M. Heating of rod steel structures with partial and full fire-protected external surface under fire exposure 20

Navrotsky O.D., Reabtsev V.N., Ivanov I.Yu. Persistence and regeneration of foaming agents for fire extinguishing 32

Safety in emergencies (technical sciences)

Kovtun V.A., Korotkevich S.G., Pasovets V.N. Tenzometric research of stress state of fire truck tanks at various motion modes 39

Striganova M.Yu., Shatalov I.M., Samedov A.S., Rabchenya V.S. Mathematical model of a spatially variable unstable flow motion at the breakthrough of hydrotechnical structures under the conditions of highland 48

Civil defense

Bulva A.D., Beznosik E.A., Lebedkin A.V. Integrated protection of organizations which have to be transferred for working under war conditions 59

Panasevich V.A., Lebedkin A.V., Murzich I.K., Buzin N.E. Prospects for improving the management of civil defense and the State system for the prevention and elimination of emergency situations 74

Bulva A.D., Karpilenya N.V. About ranking of organization on civil defense using the simplified method of hierarchies 85

Safety in emergencies (psychological sciences)

Germatskaya E.I. Psychological aspects of professionally important qualities of firefighters-rescuers 96

Miscellaneous (reviews)

Pasovets E.Yu., Demchenko D.A. Thievery by abuse of official authorities: about reducing corruption risks in emergency bodies 106

Rules of submitting articles for publication 115

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.5>

УДК 536.251:691::66.041.47

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАМЕРНОЙ ЭЛЕКТРОПЕЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОГНЕСТОЙКОСТИ

Ботян С.С., Жамойдик С.М., Кудряшов В.А., Нгуен Т.К.

Цель. На основе экспериментальных исследований и теоретических данных разработать методику и определить теплофизические характеристики цементно-армированных и минераловатных плит при повышенных температурах для решения задач огнестойкости.

Методы. Использованы методы конечных элементов, параметрической оптимизации, экспериментальные исследования.

Результаты. Разработана методика и проведены экспериментальные исследования по прогреву исследуемых материалов в рамках границ температурно-временной кривой стандартного пожара: в стационарном тепловом режиме при температурах 275, 550, 770 и 1150 °С; в нестационарном тепловом режиме при температурах от 20 до 1000 °С. Разработаны расчетные конечно-элементные модели, сформулированы краевые (начальные и граничные) условия, с использованием методов параметрической оптимизации определены теплофизические характеристики цементно-армированных и минераловатных плит при повышенных температурах для решения задач огнестойкости.

Область применения исследований. Полученные результаты могут быть использованы для решения задач огнестойкости строительных конструкций на основе минеральных утеплителей и цементно-армированных плит, а также для определения теплофизических характеристик при повышенных температурах иных строительных материалов.

Ключевые слова: огнестойкость, теплофизические характеристики, коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость, плотность, экспериментальные исследования, метод конечных элементов, параметрическая оптимизация, стандартный температурный режим.

(Поступила в редакцию 3 февраля 2020 г.)

Введение

В настоящее время при строительстве зданий широко применяются комбинированные строительные конструкции (с применением теплоизолирующих и огнезащитных материалов – пористых, минераловатных, вспучивающихся, дегидратирующих и пр.). Большинство существующих экспериментальных методов определения теплофизических характеристик строительных материалов в условиях стационарного и нестационарного теплового поля ограничены низкими значениями температур (до 200 °С). Способы оценки указанных теплофизических характеристик [1] не являются универсальными и могут быть распространены только на условия, близкие к экспериментальным, либо ограничены по видам строительных материалов.

Наиболее распространенным способом оценки теплофизических свойств строительных материалов в условиях пожара является решение обратных задач теории теплообмена [2]. Такие задачи были решены в 80-е и 90-е годы XX века для наиболее простых видов несущих строительных конструкций: стали, железобетона, древесины. Однако в силу сложности исходных сопряженных задач на практике обратные решения нередко формулировались с серьезными упрощениями, либо определяли усредненное значение температуропроводности материала, либо использовались упрощенные линейные зависимости. Указанные подходы дают приемлемый результат для огнеупорных материалов и материалов, мало уязвимых (не разрушающихся, слабо прогреваемых, слабо изменяющих свои свойства

в условиях высоких температур) при нагреве. Однако для современных материалов с эффективными видами теплоизолирующих и огнезащитных материалов – пористых, минераловатных, вспучивающихся, дегидратирующих и прочих необходима более точная оценка.

Оценка нелинейных температурозависимых теплофизических характеристик строительных материалов путем решения обратной задачи теплопроводности требует нетривиального решения дифференциальных уравнений теплопереноса, т. к. сопряжена с изменением фазового состава и высокотемпературными физико-химическими превращениями в материале. Поэтому для их решения целесообразно использовать методы конечных элементов и параметрической оптимизации.

При нагреве до повышенных температур (до 1000 °С) в строительных материалах в большинстве случаев происходят физико-химические превращения (фазовые переходы, пиролиз, деструкция), что существенно сказывается на динамике нагрева. Поэтому теплофизические характеристики должны определяться при аналогичных повышенных температурах, а в некоторых случаях и при аналогичных режимах нестационарного нагрева (например, соответствующего стандартной кривой пожара).

По нашему мнению, является актуальным направление исследований, в которых теплофизические характеристики образцов для оценки огнестойкости будут определяться на наиболее распространенном оборудовании, позволяющем создавать температуры, соответствующие температуре пожаров, – в камерных электропечах. В таких установках достаточно легко можно воссоздать режим нагрева по стандартной кривой пожара¹. Однако это вынуждает производить оценку теплофизических характеристик в условиях резко нестационарного теплового процесса. Такая постановка задачи, с одной стороны, минимизирует возможные отклонения от реальных условий пожара, с другой стороны, требует использования сложных алгоритмов решения задач теплопроводности, что можно выполнить, применив программные системы конечно-элементного анализа.

Основная часть

В уравнениях аналитической теории теплопроводности под теплофизическими характеристиками понимают коэффициент теплопроводности, плотность и удельную теплоемкость. Общий вид однородного дифференциального уравнения теплопроводности Фурье (без учета внутренних источников тепла «объемной плотности тепловыделения») показывает зависимость между температурой, временем и координатами для элементарного объема [2]:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = -\frac{1}{c\rho} \left[\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} \right]; \quad (1)$$

при этом

$$q_x = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}; \quad q_y = -\lambda \frac{\partial T}{\partial y}; \quad q_z = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z}, \quad (2)$$

где c – удельная теплоемкость исследуемого материала, Дж/(кг·К); λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); ρ – плотность образца, кг/м³; q_x , q_y , q_z – проекция плотности теплового потока на направление нормали к указанной грани, Вт/м²; T – температура, К; τ – время, с.

Для стационарных условий дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье принимает вид:

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} = 0. \quad (3)$$

¹ ГОСТ 30247.0-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования // Полнотекстовая информационно-поисковая система «СтройДОКУМЕНТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.normy.by/doc2.php?type=-1&id=365>. – Дата доступа: 03.02.2020.

Коэффициент теплопроводности показывает количество тепла, проходящее через тело в единицу времени через единицу изотермической поверхности при температурном градиенте, равном единице. Коэффициент теплопроводности является теплофизической характеристикой тела в отношении его способности к теплопроводности и зависит от химического состава тела (наличие примесей существенно влияет на теплопроводность) и физического состояния (фазовое состояние, степень кристаллизации, объем пористости материала и характеристики пористой структуры) [2]. Коэффициент теплопроводности обычно получают методами обратного решения дифференциального уравнения теплопроводности на основе экспериментальных данных, как правило, в стационарных условиях.

Удельная теплоемкость численно равна количеству теплоты, которое необходимо передать единичной массе вещества для изменения ее температуры на один градус. Величина удельной теплоемкости определяется строением вещества и в большинстве случаев зависит от температуры вещества. Удельную теплоемкость определяют исключительно в нестационарных условиях нагрева. Плотность зависит от температуры и агрегатного состояния вещества. В большинстве случаев при увеличении температуры плотность снижается.

Экспериментально-расчетная методика для оценки теплофизических характеристик строительных материалов при повышенных температурах включает:

- проведение серии экспериментальных исследований по прогреву исследуемых материалов:

- для исследования плотности и коэффициента теплопроводности материала – в стационарном тепловом режиме при температурах 275, 550, 770 и 1150 °С;

- для исследования удельной теплоемкости материала – в нестационарном тепловом режиме при температурах от 20 до 1000 °С;

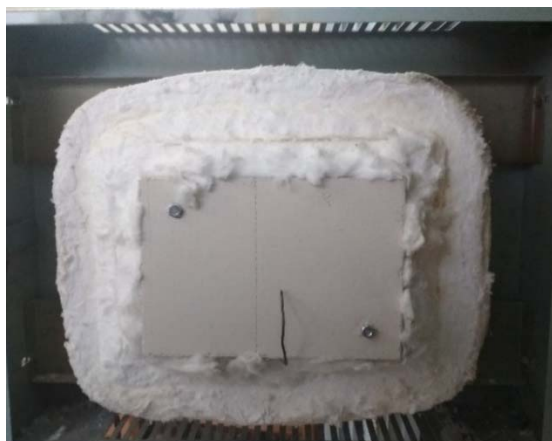
- определение зависимости плотности материала от температуры;

- решение обратной задачи теплопроводности методом параметрической оптимизации в расчетной конечно-элементной модели и получение зависимостей коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости от температуры в разработанных конечно-элементных расчетных моделях.

Экспериментальная часть. Для реализации экспериментально-расчетной методики использована лабораторная муфельная электропечь ЭКПС-10/1300 с открытыми нагревательными элементами (далее – печь), позволяющая создавать тепловой режим в диапазоне температур от 20 до 1300 °С. Рабочая камера электропечи выполнена из мулитокремнеземистого огнеупорного материала (далее – теплоизоляция печи), внутри рабочей камеры расположены нагревательные элементы спирального типа из еврофехрали.

Экспериментальные исследования по прогреву исследуемых материалов проводились на плоских образцах-пластинах толщиной 10...40 мм, размерами 150 × 100 мм, закрепленных к стальной пластине толщиной 1 мм, размерами 50 × 80 мм посредством болтового соединения (болты диаметром 4 мм). Стальную пластину с закрепленным образцом устанавливали вплотную на дверцу электропечи с помощью стальной шпильки, приваренной к пластине. Зазоры и неплотности, образующиеся по периметру исследуемого образца и теплоизоляции дверцы печи, уплотняли мягким огнеупорным рулонным волокном (рис. 1).

Для измерения температуры использовались термоэлектрические преобразователи с диапазоном измерения до 1200 °С, диаметром не более 0,75 мм и изолированным слоем не менее 300 мм. Температуру фиксировали на обогреваемой и необогреваемой стороне исследуемого образца, внутри печи, а также на наружной стороне теплоизоляции дверцы печи в соответствии с измерительной схемой (рис. 2).

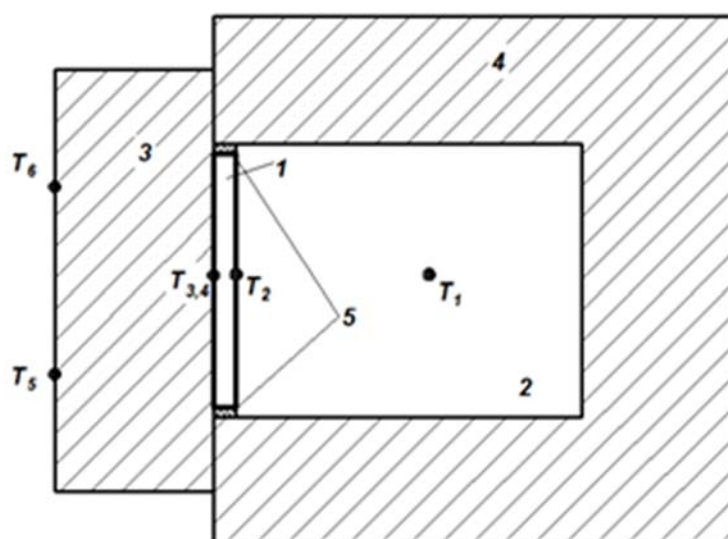


а – цементно-армированная плита



б – минераловатная плита

Рисунок 1. – Внешний вид образцов, установленных на теплоизоляцию дверцы печи



1 – исследуемый образец; 2 – рабочая камера электропечи; 3 – теплоизоляция дверцы печи; 4 – теплоизоляция рабочей камеры электропечи; 5 – уплотнение из огнеупорного материала; T_1 – точка установки внутри рабочей камеры печи; T_2 – точка установки на обогреваемой стороне исследуемого образца (в геометрическом центре образца); $T_{3,4}$ – точки установки на необогреваемой стороне исследуемого образца (на расстоянии 25 мм от геометрического центра образца); $T_{5,6}$ – точки установки на необогреваемой стороне теплоизоляции дверцы печи (на расстоянии 40 мм от геометрического центра теплоизоляции дверцы печи)

Рисунок 2. – Схема измерения температуры в печи, на поверхностях исследуемого образца и теплоизоляции дверцы печи

Перед установкой образца в измерительное положение замеряли геометрические параметры образца (для образцов с исходной плотностью 500 кг/м^3 и более – с точностью $0,1 \text{ мм}$, для образцов с исходной плотностью менее 500 кг/м^3 – с точностью $1,0 \text{ мм}$) и массу с точностью $0,1 \text{ г}$.

Для проведения исследований в стационарном тепловом режиме образец устанавливали в измерительное положение и закрывали дверцу печи, после чего установили заданную программу нагрева до целевой температуры, соответственно, 275 , 550 , 770 либо $1150 \text{ }^\circ\text{C}$. Скорость роста температуры в камере печи не должна превышать $15 \text{ }^\circ\text{C}$ в минуту. При достижении целевой температуры в камере печи испытания следует проводить не менее 4 часов либо с длительностью, соответствующей достижению равновесной температуры на теплоизоляции печи в течение 30 мин с точностью $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$, после чего отключали печь и останавливали испытание. Измерения температуры производились дискретно с периодичностью не реже 60 с с момента включения печи до остановки испытания.

Для проведения исследований в нестационарном тепловом режиме следует отметить, что максимальная скорость роста температуры в камере печи ввиду использования электрических нагревателей ниже скорости роста температуры при стандартном пожаре². При необходимости соответствия роста температуры в камере печи росту температуры стандартного пожара предварительно разогревали рабочую камеру печи до 450 °С с заглушкой проема печи, затем в течение не более 3 с закрывали дверцу печи с установленным образцом и устанавливали заданную программу нагрева. Испытания продолжались не менее 60 мин, при необходимости испытания могут быть более длительными, при этом температура в камере печи не должна превышать 1200 °С. После окончания программы нагрева печь отключалась и испытание останавливалось. Измерения температуры производились дискретно с периодичностью не реже 60 с с момента включения печи до остановки испытания.

После остановки испытаний в стационарном и нестационарном тепловом режиме дождалась охлаждения камеры печи до температуры 70 °С либо менее, после чего демонтировали исследуемый образец и производили повторное взвешивание.

Результаты измерений оформлялись в виде протокола испытаний с указанием всех фиксируемых параметров в ходе проведения исследований.

Расчетная часть. Для решения обратной задачи теплопроводности с использованием метода параметрической оптимизации и получения зависимостей коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости от температуры разработаны компьютерные расчетные модели в системе конечно-элементного анализа ANSYS³.

Расчетная конечно-элементная модель во всех случаях состоит из двух частей: модели исследуемого образца и модели теплоизоляции дверцы печи. Ввиду того что теплообмен теплоизоляции дверцы печи с окружающей средой осуществляется с необогреваемой стороны и торцов, расчетная модель принята трехмерной. Из-за высокой теплопроводности в расчетной модели не учитывалась крепежная стальная пластина, а теплообмен между поверхностью исследуемого образца и теплоизоляцией дверцы печи принят идеальным.

Расчетная модель автоматически разбивается на массив призматических конечных элементов с размером грани не более 5 мм (рис. 3).

Для расчетной конечно-элементной модели задаются краевые (начальные и граничные) условия, а также дополнительные расчетные параметры решателя (шаг расчета по времени). В качестве начальных условий в расчетной модели принято, что температура во всех точках образца одинакова и равна температуре окружающей среды во время испытаний:

$$T(x, y, z, 0) = T_c \text{ для } 0 < x < H, -B < y < B, -L < z < L; \quad T_c = \text{const}, \quad (4)$$

где T – температура исследуемого материала, К; T_c – температура окружающей среды, К;

Расчетная схема приведена на рисунке 4.

На наружных поверхностях исследуемого образца и теплоизоляции дверцы печи приняты следующие граничные условия теплообмена 3-го рода.

1. На обогреваемой поверхности исследуемого образца – части плоскости $\Pi_0 = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 : x = 0, -B < y < B, -L < z < L\}$

$$-\lambda_1(T) \frac{\partial T_1(x+0, y, z, \tau)}{\partial x} = \alpha_0 [T_n(\tau) - T_1(0, y, z, \tau)] + \varepsilon_{np} \sigma [T_n^4(\tau) - T_1^4(0, y, z, \tau)] \equiv q_0; \quad (5)$$

$$T_n = f(\tau), \quad (6)$$

где λ_1 – коэффициент теплопроводности исследуемого материала, Вт/(м·К); T_n – температура в рабочей камере печи, К; T_1 – температура исследуемого материала, К; $\alpha_0 = \alpha_0(T_n, T_1)$ –

² См. сноску 1.

³ ANSYS Mechanical APDL Theory Reference [Electronic resource]: Release 18.2 ANSYS, Inc. August 2017. – Mode of access: http://storage.ansys.com/doc_assets/release_notes/Release_Notes_182.pdf. – Date of access: 31.01.2020.

коэффициент теплоотдачи конвекцией от печи к исследуемому материалу, Вт/(м²×К); ε_{np} – приведенная степень черноты системы камера печи – исследуемый образец; σ – постоянная Стефана – Больцмана ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ Вт/(м²×К)).

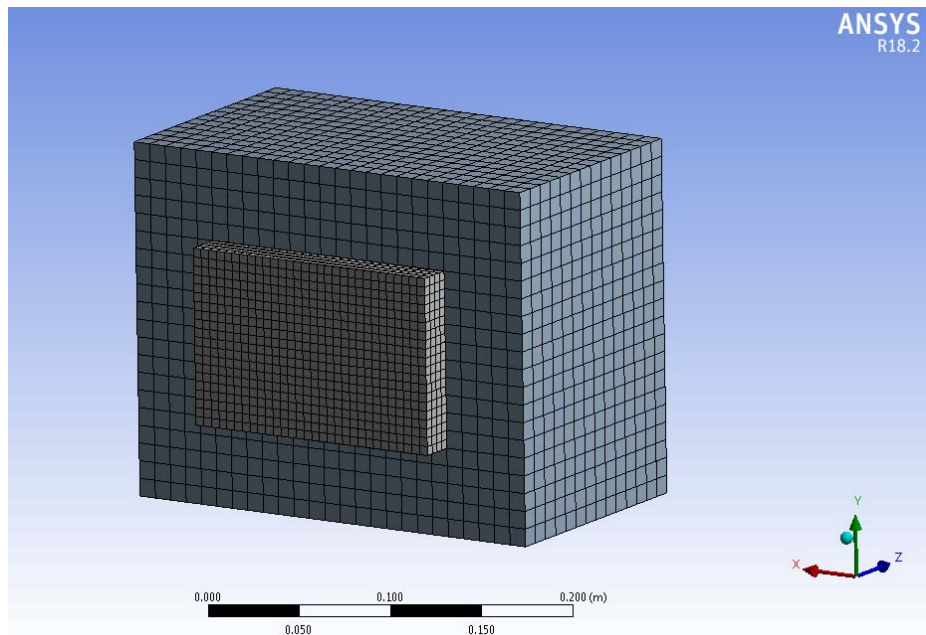


Рисунок 3. – Расчетная модель исследуемого образца с теплоизоляцией дверцы печи

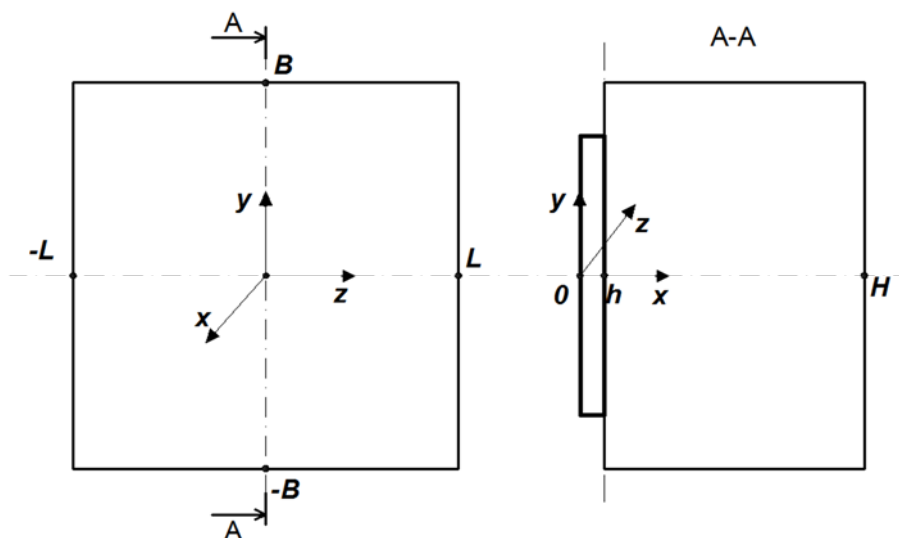


Рисунок 4. – Расчетная схема для определения граничных условий

2. На необогреваемых поверхностях теплоизоляции дверцы печи:

– для части вертикальной плоскости $\Pi_H = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 : x = H, -B < y < B, -L < z < L\}$

$$-\lambda_2(T) \frac{\partial T_2(x=0, y, z, \tau)}{\partial x} = \alpha_H [T_2(H, y, z, \tau) - T_c(\tau)] + \varepsilon_{np} \sigma [T_2^4(H, y, z, \tau) - T_c^4(\tau)] \equiv q_H, \quad (7)$$

где T_2 – температура теплоизоляции дверцы печи, К; $\alpha_H = \alpha_H(T_c, T_2)$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией от вертикальной поверхности теплоизоляции дверцы печи в окружающую среду, Вт/(м²×К);

– для частей горизонтальных плоскостей $\Pi_{\pm B} = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 : h < x < H, y = \pm B, -L < z < L\}$

$$\begin{aligned} -\lambda_2(T) \frac{\partial T_2(x, y \mp 0, z, \tau)}{\partial y} = \\ = \pm \alpha_{\pm B} [T_2(x, \pm B, z, \tau) - T_c(\tau)] \pm \varepsilon_{np} \sigma [T_2^4(x, \pm B, z, \tau) - T_c^4(\tau)] \overset{\text{обозн.}}{\equiv} \pm q_{\pm B}, \end{aligned} \quad (8)$$

где $\alpha_{+B} = \alpha_{+B}(T_c, T_2)$ и $\alpha_{-B} = \alpha_{-B}(T_c, T_2)$ – коэффициенты теплоотдачи конвекцией от верхней и нижней горизонтальных поверхностей теплоизоляции дверцы печи в окружающую среду, Вт/(м²×К). Отметим, что проекция плотности теплового потока положительна для верхней поверхности Π_{+B} и отрицательна для нижней Π_{-B} ;

– для частей вертикальных плоскостей $\Pi_{\pm L} = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 : h < x < H, -B < y < B, z = \pm L\}$

$$\begin{aligned} -\lambda_2(T) \frac{\partial T_2(x, y, z \mp 0, \tau)}{\partial z} = \\ = \pm \alpha_L [T_2(x, y, \pm L, \tau) - T_c(\tau)] \pm \varepsilon_{np} \sigma [T_2^4(x, y, \pm L, \tau) - T_c^4(\tau)] \overset{\text{обозн.}}{\equiv} \pm q_L, \end{aligned} \quad (9)$$

где $\alpha_L = \alpha_L(T_c, T_2)$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией от вертикальной поверхности от боковых поверхностей теплоизоляции дверцы печи в окружающую среду, Вт/(м²×К). Проекция плотности теплового потока положительна для поверхности Π_{+L} и отрицательна для нижней Π_{-L} .

В месте контакта исследуемого материала и теплоизоляции печи – части плоскости $\Pi_h = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 : x = h, -B < y < B, -L < z < L\}$ – приняты граничные условия 4-го рода:

$$\begin{cases} T_1(h - 0, y, z, \tau) = T_2(h + 0, y, z, \tau); \\ \lambda_1 \frac{\partial T_1(h - 0, y, z, \tau)}{\partial x} = \lambda_2 \frac{\partial T_2(h + 0, y, z, \tau)}{\partial x}, \end{cases} \quad (10)$$

где λ_2 – коэффициент теплопроводности теплоизоляции дверцы печи, Вт/(м×К).

Для остальных неуказанных наружных поверхностей расчетной модели граничные условия приняты:

$$-\lambda_1(T) \frac{\partial T_1(x, y, z, \tau)}{\partial x} = -\lambda_1(T) \frac{\partial T_1(x, y, z, \tau)}{\partial y} = -\lambda_1(T) \frac{\partial T_1(x, y, z, \tau)}{\partial z} = 0. \quad (11)$$

В случае стационарного теплообмена для температуры T_n в рабочей камере печи, принимающей значения 275, 550, 770 и 1150 °С, вводятся дополнительные граничные условия:

$$\tau \rightarrow \infty; \quad q_i = \text{const}, \quad i \in \{0, H, \pm B, L\}; \quad T_j = \text{const}, \quad j \in \{n, c, 1, 2\}. \quad (12)$$

Температура греющей среды T_n определяется данными измерений в камере печи, температура окружающей среды T_c определяется температурой в лабораторном помещении.

Для необогреваемой стороны расчетной модели коэффициент теплоотдачи конвекцией определяли с учетом характера конвективного теплообмена с окружающим воздухом, геометрическим размером и положением тела. Указанное решение выполняли с использованием физического аппарата критериев подобия, на основе чисел Нуссельта (Nu), Прандтля (Pr), Грасгофа (Gr) и Рэлея (Ra), а также числа Рейнольдса (Re) в случае свободной конвекции (во всех случаях в качестве теплоносителя принят воздух). Изменение коэффициента

теплоотдачи конвекцией α на внешней поверхности теплоизоляции печи показано на графике (рис. 5).

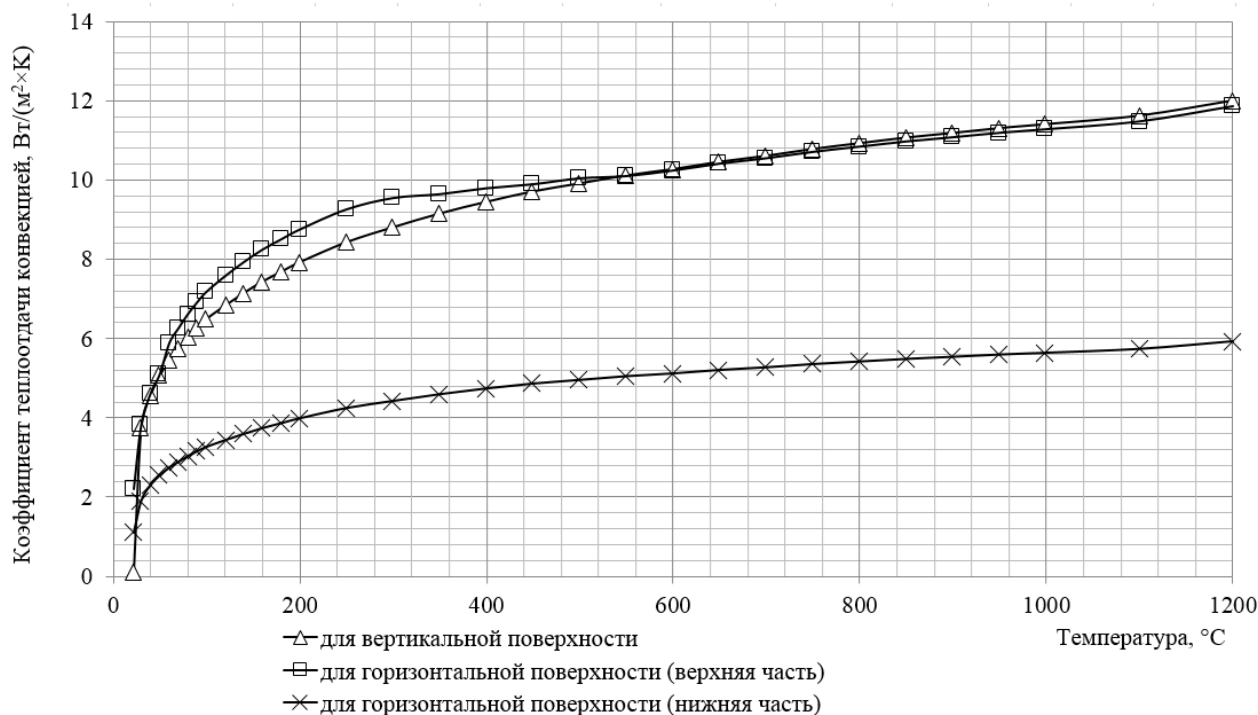


Рисунок 5. – График изменения коэффициента теплоотдачи конвекцией на внешней поверхности теплоизоляции печи от температуры

Оценка плотности осуществлялась исходя из формулы

$$\rho(\tau) = \frac{m(\tau)}{V_0}, \quad (13)$$

где m – масса исследуемого образца, кг; V_0 – объем исследуемого образца, м³.

Параметрическая часть. Одна из наиболее важных возможностей системы конечно-элементного анализа ANSYS – использование метода параметрической оптимизации относительно искомого теплофизического параметра (коэффициента теплопроводности либо удельной теплоемкости). Суть метода параметрической оптимизации заключается в проведении серии итерационных расчетов с последовательным уточнением искомого параметра исходя из полученных отклонений от стандарта (в частности, температуры одной из точек конечно-элементной модели). Иными словами, метод параметрической оптимизации обеспечивает автоматический поиск целевой функции:

$$f_1(\tau) - f_2(\tau) \rightarrow 0, \quad (14)$$

где f_1 и f_2 – функции изменения температуры на необогреваемой поверхности исследуемого образца, полученные в результате выполнения расчета и в ходе выполнения экспериментальных исследований.

В параметрической оптимизации используется следующая терминология: входные параметры, переменные состояния и целевая функция.

Входные параметры являются целевыми значениями, которые необходимо варьировать. В качестве входных параметров для стационарного теплообмена принимали коэффициент теплопроводности, для нестационарного – удельную теплоемкость.

Переменные состояния представляют собой значения параметров, функция которых известна. В качестве переменных состояний в модели параметризации использованы резуль-

таты экспериментальных исследований – значения температуры в центре необогреваемой поверхности исследуемого образца в заданный момент времени. Ввиду того что точные значения целевой функции методом параметрической оптимизации определить невозможно, для переменных состояния задается шаг точек по времени (в зависимости от нелинейности экспериментальных данных) и величина отклика модели, т. е. допустимые границы отклонений.

В результате применения параметрической оптимизации для экспериментальных данных с заданной точностью определяются зависимости от температуры искомых теплофизических характеристик – коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости. Итоговое значение коэффициента теплопроводности образцов принимали при температуре, равной средней температуре между обогреваемой и необогреваемой стороной исследуемого образца.

Результаты применения экспериментально-расчетной методики для оценки теплофизических характеристик цементно-армированных и минераловатных плит. Для применения экспериментально-расчетной методики на практике предварительно были проведены экспериментальные исследования в полном объеме по разработанной методике для теплоизоляции печи. При этом расчетная конечно-элементная модель была упрощена до однослойной путем исключения слоя исследуемого материала, а граничные условия 3-го рода были перенесены на внутреннюю поверхность теплоизоляции дверцы печи, граничные условия 4-го рода – исключены. В результате были определены зависимости от температуры теплофизических характеристик теплоизоляции дверцы печи – коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости, плотность принята постоянной.

На следующем этапе экспериментально-расчетная методика была применена для образцов цементно-армированных плит Аквапанель производства Knauf (плотностью 1100 кг/м^3) и минераловатных плит Технорф ПРОФ производства Технониколь (плотностью 160 кг/м^3). К испытаниям приняты образцы требуемых геометрических размеров с толщиной цементно-армированной плиты $12,5 \text{ мм}$, минераловатной плиты – 25 мм .

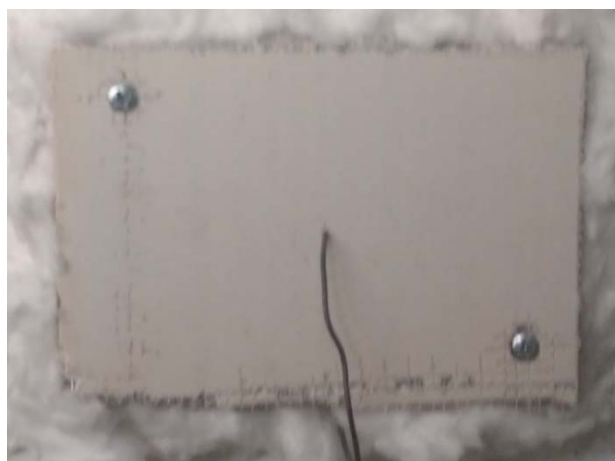
В стационарных условиях эксперимент прекращали при установившейся температуре на необогреваемой поверхности образца в течение 30 мин с точностью в $1,0^\circ\text{C}$, в нестационарных условиях – эксперимент ограничивали интервалом времени 60 мин . Перед проведением экспериментальных исследований, а также после их проведения определяли массу исследуемых образцов. В таблице 1 представлены результаты экспериментальных исследований по прогреву цементно-армированной и минераловатной плит в условиях стационарного теплового режима.

Таблица 1. – Результаты экспериментальных исследований по прогреву цементно-армированной и минераловатной плит в условиях стационарного теплового режима

№	Величина температуры в печи (в условиях стационарного теплового режима), $^\circ\text{C}$	Температура на необогреваемой поверхности (прогрева) образца, $^\circ\text{C}$		Плотность образца (по отношению к начальной), %	
		цементно-армированная плита толщиной $12,5 \text{ мм}$	минераловатная плита толщиной 25 мм	цементно-армированная плита толщиной $12,5 \text{ мм}$	минераловатная плита толщиной 25 мм
1	$275 \pm 2,5$	$234 \pm 2,5$	$212 \pm 2,5$	96,7	96,4
2	$550 \pm 4,1$	$503 \pm 3,8$	$468 \pm 3,5$	93,7	93,1
3	$770 \pm 5,8$	$699 \pm 5,2$	$682 \pm 5,1$	88,1	92,4
4	$1150 \pm 8,6$	$1105 \pm 8,3$	$1150 \pm 8,6$	77,2	84,2

Примечание. Указана инструментальная погрешность термоэлектрических преобразователей.

Следует отметить, что воздействие повышенной температуры на образцы цементно-армированных плит приводит к образованию трещин (каверн) (рис. 6), что, вероятнее всего, вызвано испарением структурно-связанной воды в материале и плавлением армирующей стеклосетки.



а – до испытаний



б – после испытаний при $T_n = 550\text{ }^{\circ}\text{C}$



в – после испытаний при $T_n = 770\text{ }^{\circ}\text{C}$



г – после испытаний при $T_n = 1150\text{ }^{\circ}\text{C}$

Рисунок 6. – Вид исследуемых образцов цементно-армированных плит до и после испытаний в стационарных условиях теплообмена

Воздействие высоких температур на образцы минераловатных плит (рис. 7) приводит к выгоранию органических связующих, что влечет изменение цвета, плотности и в последующем – спекание (рис. 7г).

Результаты изменения температуры греющей среды T_n в камере печи, температуры на обогреваемой и необогреваемых сторонах образцов для предварительных испытаний и испытаний цементно-армированных и минераловатных плит при нестационарных условиях теплообмена представлены на рисунке 8.

Из рисунка 8 следует, что динамика температуры в камерной печи соответствовала стандартному температурному режиму пожара с учетом допустимых отклонений⁴. Изменение скорости изменения температуры в области $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ для образцов цементно-армированных плит свидетельствует о процессах дегидратации. Изменение скорости изменения температуры для образцов минераловатных плит в области $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ объясняется выгоранием органических связующих.

⁴ См. сноску 1.



а – после испытаний при $T_n = 275\text{ }^{\circ}\text{C}$

б – после испытаний при $T_n = 550\text{ }^{\circ}\text{C}$



в – после испытаний при $T_n = 770\text{ }^{\circ}\text{C}$



з – после испытаний при $T_n = 1150\text{ }^{\circ}\text{C}$

Рисунок 7. – Вид исследуемых образцов минераловатных плит после испытаний в стационарных условиях теплообмена

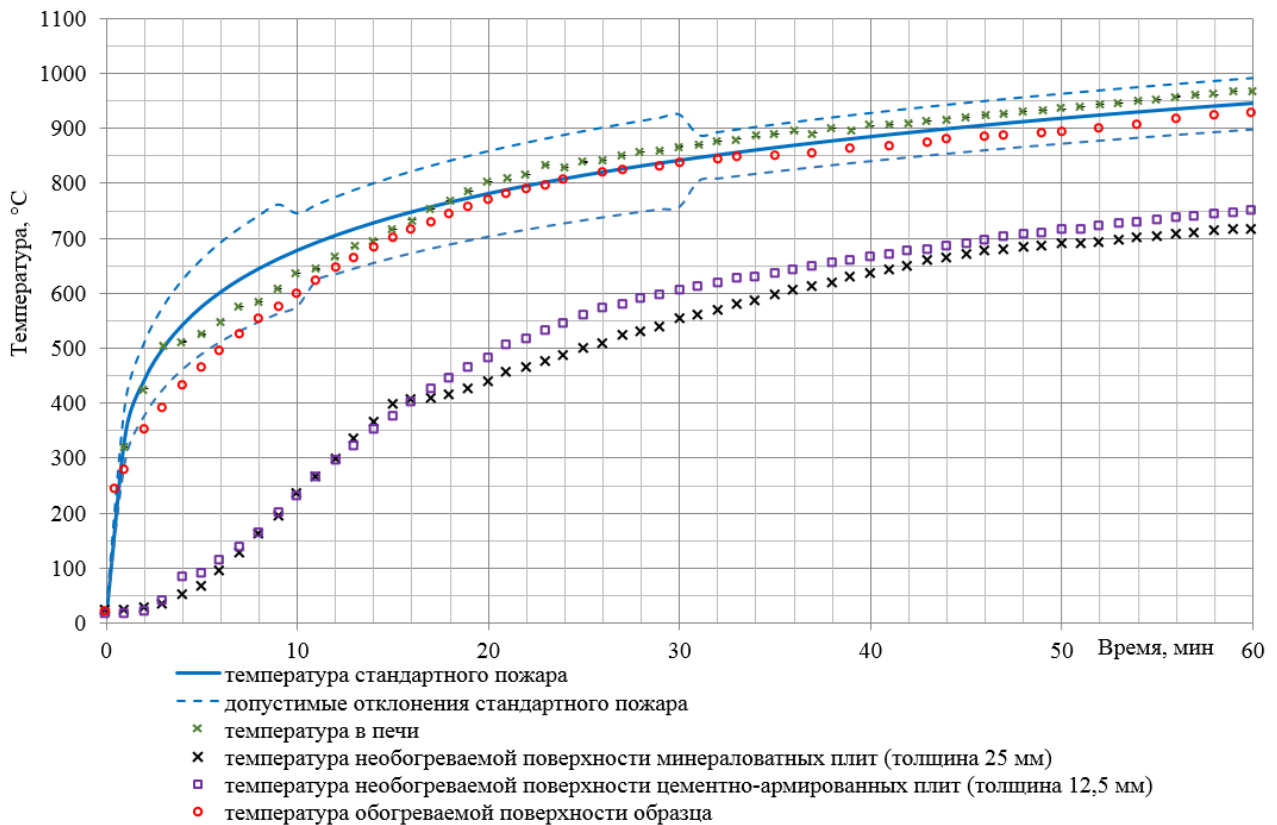


Рисунок 8. – График изменения температуры при проведении экспериментальных исследований

В результате применения параметрической оптимизации для расчетных конечно-элементных моделей и экспериментальных данных высокотемпературного нагрева образцов цементно-армированных и минераловатных плит (в стационарных и нестационарных условиях) получены зависимости коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости от температуры (табл. 2). Максимальные значения температуры для коэффициента теплопроводности образцов принимали соответствующими средней температуре между обогреваемой и необогреваемой стороной исследуемого образца. Максимальные значения температуры для удельной теплоемкости образцов принимали соответствующими максимальной температуре обогреваемой стороны исследуемого образца.

Таблица 2. – Результаты теплофизических характеристик цементно-армированной и минераловатной плит

Образец цементно-армированной плиты толщиной 12,5 мм		Образец минераловатной плиты толщиной 25 мм	
Температура, °C	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м×K)	Температура, °C	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м×K)
20	0,27	20	0,037
255	0,21	240	0,16
525	0,46	510	0,44
735	0,49	720	0,59
1127	0,82	1150	1,10
Температура, °C	Удельная теплоемкость, Дж/(кг×K)	Температура, °C	Удельная теплоемкость, Дж/(кг×K)
20	1000,0	20	1000,00
50	1384,0	50	1316,75
100	1246,4	100	1395,95
150	1204,8	150	1323,35
250	1006,4	250	1089,05
350	939,0	350	673,25
400	932,8	400	600,00
500	958,4	500	1603,85
600	1176,0	600	1527,95
700	2366,4	700	2422,25
900	4300,0	1000	3567,35

Полученные теплофизические характеристики для цементно-армированной плиты удовлетворительно согласуются с данными, полученными методом лазерной вспышки в предыдущих исследованиях [3]. Теплофизические характеристики для минераловатных плит удовлетворительно согласуются с данными, полученными в диссертации V. Schleifer [4].

Заключение

Для оценки теплофизических характеристик материалов при повышенных температурах в условиях пожара разработана экспериментально-расчетная методика, включающая:

- проведение серии экспериментальных исследований по прогреву исследуемых материалов:

- для исследования плотности и коэффициента теплопроводности материала – в стационарном тепловом режиме при температурах 275, 550, 770 и 1150 °C;

- для исследования удельной теплоемкости материала – в нестационарном тепловом режиме при температурах от 20 до 1000 °C;

- определение зависимости плотности материала от температуры;

- решение обратной задачи теплопроводности методом параметрической оптимизации в расчетной конечно-элементной модели и получение зависимостей коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости от температуры в разработанных конечно-элементных расчетных моделях.

В результате применения параметрической оптимизации для конечно-элементных расчетных моделей и экспериментальных данных высокотемпературного нагрева образцов цементно-армированных (Аквапанель производства Knauf) и минераловатных плит (Технорф ПРОФ производства Технониколь) получены зависимости коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости от температуры. Полученные теплофизические характеристики для цементно-армированной плиты удовлетворительно согласуются с данными, полученными методом лазерной вспышки в предыдущих исследованиях [3]. Теплофизические характеристики для минераловатных плит удовлетворительно согласуются с данными, полученными в диссертации V. Schleifer [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшов, В.А. Теплопроводность цементных армированных плит при нестационарном тепловом режиме на основе данных экспериментальных исследований и численного моделирования / В.А. Кудряшов, С.С. Ботян // Вестник Ун-та гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2017. – Т. 1, № 2. – С. 139–152. DOI: 10.33408/2519-237X.2017.1-2.139.
2. Лыков, А.В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
3. Кудряшов, В.А. Теплофизические характеристики цементных армированных плит для решения задач нестационарного высокотемпературного нагрева / В.А. Кудряшов [и др.] // Вестник Ун-та гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 3. – С. 327–334. DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-3.327.
4. Schleifer, V. Zum verhalten von raumabschliessenden mehrschichtigen holzbauteilen im brandfall: dissertation ETH Nr. 18156 / Vanessa Schleifer. – Zürich, 2009. – 147 s.

Экспериментально-расчетная методика оценки теплофизических характеристик строительных материалов с использованием камерной электропечи

для решения задач огнестойкости

Experimental-computing technique of evaluating thermophysical properties of building materials with a muffle electric furnace for solving fire resistance problems

Ботян Сергей Сергеевич

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра пожарной безопасности, старший преподаватель

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: aseckis@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8593-4413

Sergey S. Botyan

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Fire Safety, Senior lecturer

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: aseckis@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8593-4413

Жамойдик Сергей Михайлович

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра пожарной безопасности, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: zhamoidik.kii@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0407-5176

Sergey M. Zhamoydik

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Fire Safety, Associate Professor

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: zhamoidik.kii@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0407-5176

Кудряшов Вадим Александрович

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», отдел научной и инновационной деятельности, начальник отдела

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: vadkud@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4889-1060

Vadim A. Kudryashov

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Department of Scientific and Innovation Activity, Head of the Department

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: vadkud@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4889-1060

Нгуен Тхань Киен

кандидат технических наук

Университет противопожарной безопасности Министерства общественной безопасности Вьетнама, факультет пожарной безопасности, заместитель декана

Адрес: ул. Кхуат Зиу Тиен, 243,
район Тхань Суан, Ханой, Вьетнам
e-mail: thanhkienpcct34@gmail.com

Nguyen Thanh Kien

PhD in Technical Sciences

University of Fire Fighting & Prevention of the Ministry of Public Security of Vietnam, Fire Safety Department, Deputy Dean

Address: Khuat Duy Tien, 243,
Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam
e-mail: thanhkienpcct34@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.5>

EXPERIMENTAL-COMPUTING TECHNIQUE OF EVALUATING THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF BUILDING MATERIALS WITH A MUFFLE ELECTRIC FURNACE FOR SOLVING FIRE RESISTANCE PROBLEMS

Botyan S.S., Zhamoydik S.M., Kudryashov V.A., Nguyen T.K.

Purpose. Based on experimental studies and theoretical data to develop a technique for thermal properties evaluation of a cement-reinforced and mineral wool specimens under high temperature for fire resistance problems solving.

Methods. Finite element methods, parametric optimization, experimental studies.

Findings. The experimental-computing technique has been developed and experimental studies have been carried out on heating the test materials within the boundaries of the standard fire temperature-time curve: in stationary thermal conditions at temperatures of 275, 550, 770 and 1150 °C; in transient thermal conditions at temperatures from 20 to 1000 °C. Computational finite-element models have been developed, boundary (initial and boundary) conditions have been formulated, with the use of the parametric optimization methods, the thermal properties at high temperatures of cement-reinforced and mineral wool specimens have been determined for the fire resistance problems solving.

Application field of research. The results can be used to solve the fire resistance problems for building structures based on mineral insulation and cement-reinforced slabs, as well as to determine the thermal properties of other building materials at high temperatures.

Keywords: fire resistance, thermal properties, coefficient of thermal conductivity, specific heat, density, experimental studies, finite element method, parametric optimization, standard temperature regime.

(The date of submitting: February 3, 2020)

REFERENCES

1. Kudryashov V.A., Botyan S.S. Teploprovodnost' tsementnykh armirovannykh plit pri nestatsionarnom teplovom rezhime na osnove dannykh eksperimental'nykh issledovaniy i chislennogo modelirovaniya [Cement boards thermal conductivity based on experimental research and numerical simulation data in relation to nonstationary heat flows]. *Journal of Civil Protection*, 2017. Vol. 1, No. 2. Pp. 139–152. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2017.1-2.139.
2. Lykov A.V. *Theory of heat conduction*. Moscow: Higher School, 1967. 600 p.
3. Kudryashov V.A., Botyan S.S., Danilova-Tret'yak S.M., Nikolaeva K.V. Teplofizicheskie kharakteristiki tsementnykh armirovannykh plit dlya resheniya zadach nestatsionarnogo vysokotemperaturnogo nagreva [Cement boards thermophysical characteristics for solving the tasks of nonstationary high-temperature heating]. *Journal of Civil Protection*, 2018. Vol. 2, No. 3. Pp. 327–334. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-3.327.
4. Schleifer V. *Zum Verhalten von raumabschliessenden mehrschichtigen Holzbauteilen im Brandfall* [For the behaviour of room-closing multi-layer wood components in case of fire]: Dissertation ETH Nr. 18156. Zürich, 2009. 147 s. (deu)

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.20>

УДК 614.841.332:624.94.014.2

ПРОГРЕВ СТЕРЖНЕВЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ЧАСТИЧНОЙ И ПОЛНОЙ ОГНЕЗАЩИТОЙ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОГНЕВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Ботян С.С., Жамойдик С.М., Кудряшов В.А., Олесиук Н.М.

Цель. На основе экспериментальных исследований и теоретических данных определить теплофизические характеристики вспучивающегося огнезащитного состава и оценить прогрев стержневых стальных конструкций с частичной (трехсторонней) и полной огнезащитой наружной поверхности в условиях воздействия высоких температур в сопоставлении с результатами огневых испытаний.

Методы. Экспериментальные исследования, моделирование в системе конечно-элементного анализа.

Результаты. На основе серии экспериментальных и теоретических исследований в системе конечно-элементного анализа ANSYS решена теплотехническая задача огнестойкости стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой наружной поверхности. Экспериментальные исследования использованы для оценки эффективных значений теплофизических характеристик вспучивающегося состава (Sika Unitherm ASR) путем решения обратной задачи теплопроводности для расчетной конечно-элементной модели с использованием методов параметрической оптимизации. Полученные теплофизические характеристики позволили оценить прогрев стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой наружной поверхности в условиях воздействия высоких температур и сопоставить с результатами огневых испытаний.

Область применения исследований. Полученные результаты могут быть использованы для решения задач огнестойкости стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой наружной поверхности при проектировании и строительстве зданий и сооружений.

Ключевые слова: огнестойкость, вспучивающаяся огнезащита, теплофизические характеристики, коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость, экспериментальные исследования, обратная задача теплопроводности, стандартный температурный режим, стальные конструкции, метод конечных элементов.

(Поступила в редакцию 5 февраля 2020 г.)

Введение

Огнестойкость – способность зданий, сооружений и строительных конструкций сохранять свои функции при пожаре. Основными задачами огнестойкости являются обеспечение эвакуации и спасение людей, обеспечение для прибывших подразделений безопасных условий для ликвидации пожара¹. Поэтому обеспечение требуемой огнестойкости конструкций – важная и актуальная задача.

Предел огнестойкости строительных конструкций является показателем, соответствующим интервалу времени от начала стандартного огневого воздействия до наступления одного из нормируемых для данной конструкции признаков предельных состояний². Предел огнестойкости строительных конструкций должен соответствовать нормативному значению, и, как правило, варьируется от 15 до 150 мин (с шагом 15 мин).

Стальные конструкции в настоящее время широко применяются при строительстве зданий, однако без применения огнезащиты их предел огнестойкости редко превышает

¹ Технический регламент Республики Беларусь. Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность. – 4-е изд.: ТР 2009/013/BY. – Введ. 31.12.2009 г. – Минск: Госстандарт Респ. Беларусь, 2015. – 28 с.

² СТБ 11.0.03-1995. Система стандартов пожарной безопасности. Пассивная противопожарная защита. Термины и определения. – Введ. 16.03.1995 г. – Минск: Госстандарт Респ. Беларусь, 2010. – 25 с.

15 мин. Одним из наиболее распространенных способов огнезащиты стальных конструкций для обеспечения предела огнестойкости от 15 до 60 мин является нанесение вспучивающихся составов.

Принцип действия огнезащитных вспучивающихся составов основан на эффекте увеличения толщины исходного тонкого слоя (толщиной от 0,2 до 2,0 мм) до 65 раз [1–3]. Толщина защитного слоя увеличивается за счет интенсивных процессов пиролиза и коксования огнезащитного состава, создавая пористый термоизоляционный слой с относительно низкой теплопроводностью. Впоследствии пористый термоизоляционный слой может частично уменьшиться в процессе термической деструкции.

Оценка пределов огнестойкости стальных конструкций со вспучивающейся огнезащитой проводится в рамках стандартных испытаний. Однако ввиду сложности испытания стержневых несущих стальных конструкций в настоящее время их огнестойкость оценивается либо косвенными методами (оценкой огнезащитной эффективности средств по металлу), либо путем проведения модельных/натурных испытаний.

Оценка результатов экспериментальных исследований [3] показала наличие устойчивой взаимосвязи между толщиной исходной огнезащиты и огнестойкостью стальной конструкции, поэтому актуальным направлением является разработка расчетных методов огнестойкости стальных строительных конструкций со вспучивающейся огнезащитой.

Подходы к расчету стальных строительных конструкций с огнезащитой или без нее изложены в нормативных документах Европейского союза, внесенных с 2010 г. в систему технического нормирования Республики Беларусь, так называемых Еврокодах^{3,4}. Согласно положениям Еврокодов оценка огнестойкости стальных конструкций может быть произведена общим и (или) упрощенным методами расчета. Общий метод расчета предполагает использование реалистичных моделей конструкций и теплового воздействия, в том числе с учетом нелинейных свойств. Упрощенный метод расчета предполагает использование готовых алгебраических решений для распространенных случаев.

Нередки ситуации, когда часть поверхности стальной конструкции вынужденно остается без огнезащиты ввиду сложности проведения технологических операций нанесения (восстановления) покрытия (рис. 1). В настоящее время отсутствуют систематизированные научные данные по огнестойкости таких конструкций, поэтому исследование огнестойкости стержневых стальных конструкций с частичной огнезащитой также является актуальным направлением.

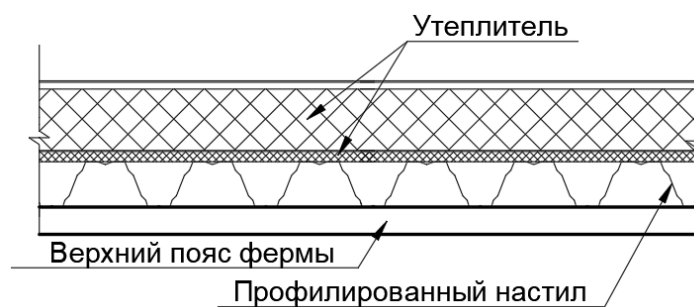


Рисунок 1. – Пример стержневой стальной конструкции с частичной огнезащитой поверхности

³ ТКП EN 1993-1-2-2009 (02250). Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-2. Общие правила определения огнестойкости. – Введ. 10.12.2009 г. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 70 с.

⁴ ТКП EN 1991-1-2-2009 (02250). Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-2. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости. – Введ. 10.12.2009 г. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 48 с.

В настоящей статье рассмотрены вопросы прогрева стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой наружной поверхности в условиях воздействия высоких температур, соответствующих стандартной температурной зависимости пожара⁵. Такие исследования принято относить к теплотехнической задаче огнестойкости.

Теплотехническая задача огнестойкости решена на основе серии экспериментальных исследований, теоретических исследований в системе конечно-элементного анализа ANSYS. Экспериментальные исследования использованы для оценки эффективных значений теплофизических характеристик вспучивающегося состава (Sika Unitherm ASR) путем решения обратной задачи теплопроводности для расчетной конечно-элементной модели с использованием методов параметрической оптимизации. Полученные теплофизические характеристики позволили оценить прогрев стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой наружной поверхности в условиях воздействия высоких температур и сопоставить с результатами огневых испытаний.

Основная часть

Методика и результаты экспериментальных исследований. В качестве основы для разработки методики проведения экспериментальных исследований была использована методика оценки огнезащитной эффективности средства по металлу согласно СТБ 11.03.02⁶. В отличие от стандарта (в дополнение к стандарту) методика предусматривает:

- использование в качестве испытуемых образцов стальных труб квадратного сечения размерами 200×200 мм, толщиной 12 мм и размерами 80×80 мм, толщиной 4 мм по ГОСТ 30245⁷, при этом для сортамента размерами сечения 200×200 мм, толщиной 12 мм к испытаниям принимается один образец с частичной огнезащитой наружной поверхности (с трех сторон);
- схему размещения термоэлектрических преобразователей для испытуемых образцов стальных труб измерения температуры;
- порядок проведения измерений и длительность огневого воздействия на испытуемые образцы стальных труб (45 мин).

В остальном методика проведения экспериментальных исследований соответствовала СТБ 11.03.02⁸.

Использование в качестве испытуемых образцов стальных труб квадратного сечения по ГОСТ 30245⁹ обусловлено широким применением такого сортамента для стропильных конструкций в Республике Беларусь. При этом к испытаниям приняты как сечение с высокой приведенной толщиной металла (200×200 мм, толщина 12 мм), так и сечение с низкой приведенной толщиной металла (80×80 мм, толщина 4 мм). Параметры испытуемых образцов

⁵ ГОСТ 30247.0. Межгосударственный стандарт. Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. – Введ. 01.01.1996 г. – ИПК Издательство стандартов, 2003. – 13 с.

⁶ СТБ 11.03.02-2010. Система стандартов пожарной безопасности. Средства огнезащитные. Общие технические требования и методы испытаний. – Введ. 20.10.2010 г. – Минск: Госстандарт Респ. Беларусь, 2010. – 40 с.

⁷ ГОСТ 30245-2012. Межгосударственный стандарт. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. – Введ. 01.01.2016 г. – М.: Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве, 2014. – 38 с.

⁸ СТБ 11.03.02-2010. Система стандартов пожарной безопасности. Средства огнезащитные. Общие технические требования и методы испытаний. – Введ. 20.10.2010 г. – Минск: Госстандарт Респ. Беларусь, 2010. – 40 с.

⁹ ГОСТ 30245-2012. Межгосударственный стандарт. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. – Введ. 01.01.2016 г. – М.: Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве, 2014. – 38 с.

указаны в таблице 1. Для каждого вида сортамента было проведено одно испытание, одновременно для образца с полной огнезащитой и образца с частичной огнезащитой наружной поверхности (с трех сторон).

Таблица 1. – Параметры испытываемых образцов

Номер образца	Размеры сечения / толщина стенки, мм	Способ огнезащиты	Толщина сухого слоя огнезащитного состава ¹⁰ , мм
1	200 × 200 / 12	С четырех сторон	0,216
2	200 × 200 / 12	С трех сторон	0,216
3	80 × 80 / 4	С четырех сторон	0,610

В соответствии со СТБ 11.03.02 высота каждого образца составляла 1700 мм. Для предотвращения теплообмена между газовой средой в огневой печи и внутренней полостью конструкций сверху образца была приварена стальная пластина толщиной, соответствующей испытываемому сортаменту. В нижней части образца для обеспечения устойчивости по двум сторонам были приварены равнополочные уголки размером 50 × 50 мм, толщиной 4 мм по ГОСТ 8509¹¹ и длиной 600 мм.

Схема размещения термоэлектрических преобразователей для испытываемых образцов представлена на рисунке 2. Измерения проводили в среднем сечении по высоте модельной конструкции 4 термоэлектрическими преобразователями на всех внутренних поверхностях каждого образца.

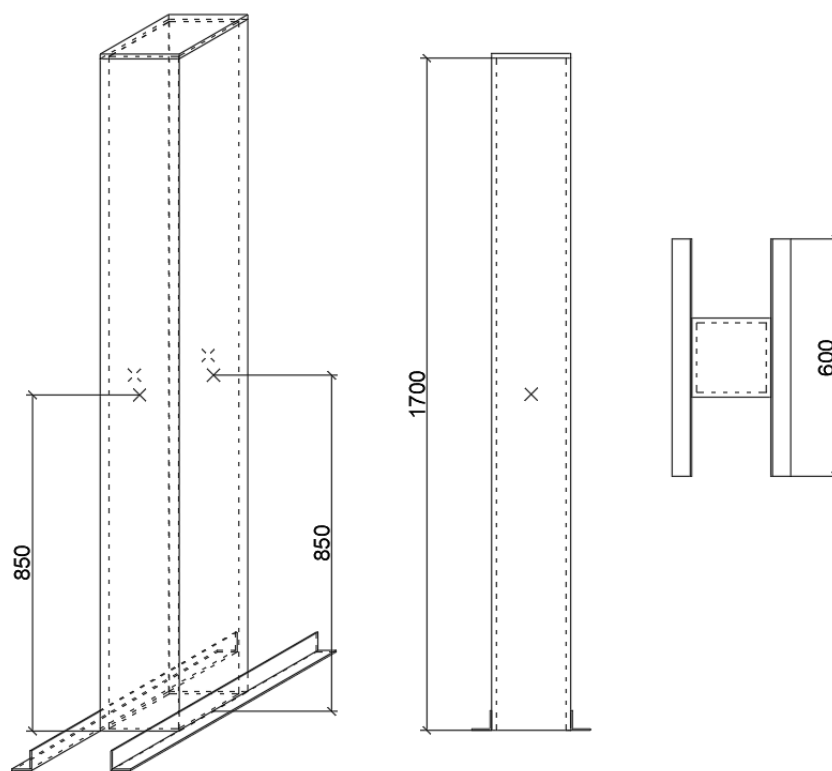


Рисунок 2. – Схема модельной конструкции для проведения испытаний

На рисунке 3 представлен вид конструкций после проведения огневых испытаний и демонтажа из огневой печи. Следует отметить, что с увеличением толщины исходного

¹⁰ См. сноску 6.

¹¹ ГОСТ 8509-93. Межгосударственный стандарт. Уголки стальные горячекатаные равнополочные. – Введ. 20.02.1996 г. – М.: Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве, 1993. – 14 с.

покрытия до 0,610 мм вспучивание огнезащитного состава происходит неравномерно (коэффициент вспучивания различается по площади вспучивания приблизительно в 2 раза, присутствуют расслоения), в то время как при толщине исходного покрытия 0,216 мм коэффициент вспучивания различался не более чем на 20 %. Ввиду значительной хрупкости вспученного слоя в процессе демонтажа образцов частично огнезащитный слой осыпался.



Рисунок 3. – Вид образцов после проведения огневых испытаний

Результаты изменения температуры огневой среды и температуры стальных конструкций при проведении огневых испытаний представлены на рисунках 5–7.

Теоретические исследования в системе конечно-элементного анализа ANSYS включали:

- разработку расчетных конечно-элементных моделей стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой наружной поверхности с формулировкой начальных и граничных условий;
- оценку эффективных значений теплофизических характеристик вспучивающегося состава (Sika Unitherm ASR) для стержневых стальных конструкций с полной огнезащитой наружной поверхности путем решения обратной задачи теплопроводности для расчетной конечно-элементной модели с использованием методов параметрической оптимизации;
- решение теплотехнической задачи для расчетной конечно-элементной модели с частичной огнезащитой наружной поверхности и сопоставление с экспериментальными данными.

Общий вид расчетных конечно-элементных моделей стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой наружной поверхности представлен на рисунке 4. В качестве исходной расчетной предпосылки принято, что температура нагрева стального сечения не зависит от высоты конструкции, поэтому расчетные модели приняты двумерными.

В ходе экспериментальных исследований установлено, что толщина огнезащиты изменяется практически на всей продолжительности огневых испытаний. Однако моделирование переменной толщины в расчетной конечно-элементной модели требует значительных вычислительных ресурсов. Поэтому для упрощения модели изменением геометрических размеров вспученного состава пренебрегали, при этом толщину огнезащиты в расчетной модели задавали постоянной (во вспученном состоянии) с коэффициентом вспучивания, равным 60. Таким образом, процесс вспучивания учитывался косвенным образом за счет изменения эффективных теплофизических характеристик огнезащиты.

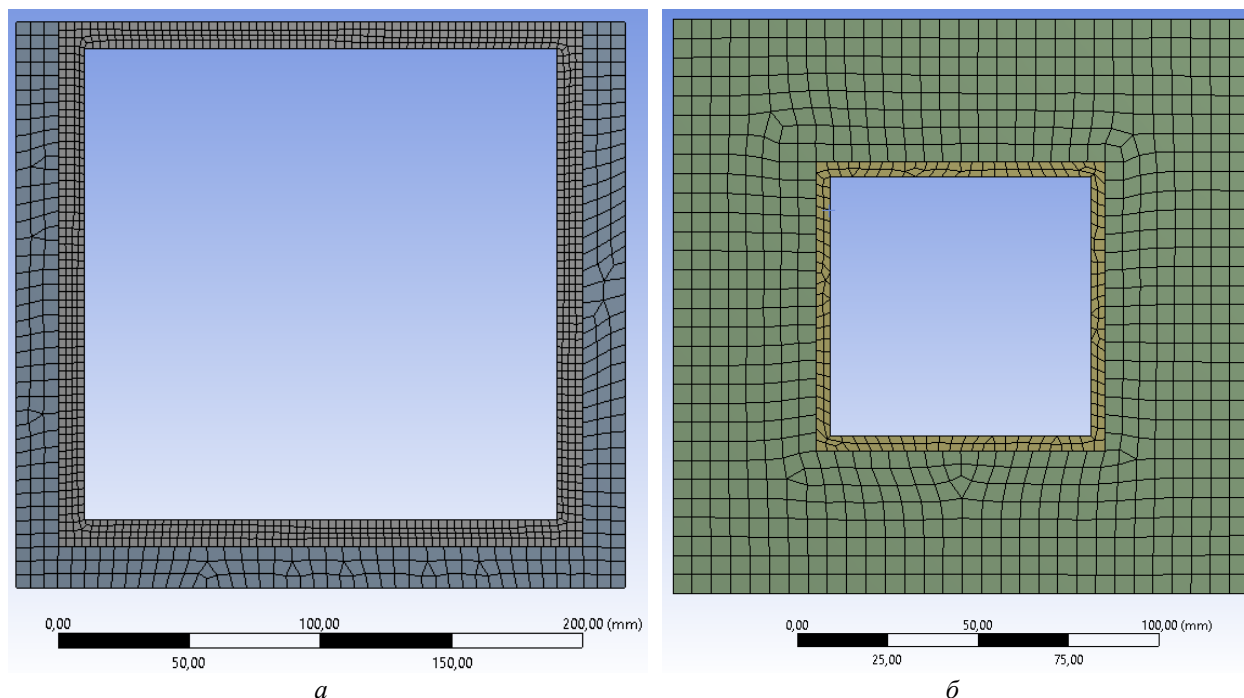


Рисунок 4. – Общий вид расчетных конечно-элементных моделей стержневых стальных конструкций с частичной (а) и полной (б) огнезащитой наружной поверхности

Начальные и граничные условия расчетных конечно-элементных моделей стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой [4]:

начальные условия: температура в расчетном сечении одинакова и равна температуре окружающей среды;

граничные условия (для теплообмена между газовой средой пожара и наружной поверхностью конструкций граничные условия приняты 3-го рода, для теплообмена между огнезащитным составом и стальной конструкцией – 4-го рода):

- температура греющей среды принята равной изменению среднеобъемной температуры газовой среды в печи при проведении огневых испытаний (рис. 5, 7);

- коэффициент теплоотдачи конвекцией от нагревающей среды к поверхности конструкции с температурой равен 25 Вт/м^2 ¹²;

- степень черноты поверхности материалов принята равной 0,8 для огнезащитного состава, 0,7 – для стали и 1,0 – для пламени (греющей среды)¹³;

- толщина огнезащиты принята постоянной для всей продолжительности огневого воздействия, при этом для конструкций с частичной огнезащитой наружной поверхности толщина огнезащиты с одной стороны принята равной нулю (рис. 5);

- для контура примыкания огнезащитного состава к стальному сечению принят идеальный тепловой контакт (равенство плотности теплового потока для двух тел);

- для конструкций с полной огнезащитой наружной поверхности потерями тепла внутри стального сечения пренебрегали (тепловой поток принят равным нулю), для конструкций с частичной огнезащитой наружной поверхности дополнительно учитывался внутренний лучистый теплообмен между стенкой без огнезащиты и стенками с огнезащитой).

На этапе оценки эффективных значений теплофизических характеристик вспучивающегося состава для стержневых стальных конструкций с полной огнезащитой наружной поверхности путем решения обратной задачи теплопроводности для расчетной конечно-

¹² См. сноску 4.

¹³ См. сноску 4.

элементной модели с использованием методов параметрической оптимизации были приняты следующие расчетные предпосылки:

- теплофизические характеристики стали приняты согласно Еврокоду 1993-1-2¹⁴;
- значение удельной теплоемкости материала огнезащиты принято постоянным и равным 1000 Дж/кг×К согласно СТБ ENV 13381-4¹⁵;
- значение плотности материала огнезащиты принято постоянным, 5 кг/м³.

Процесс параметрической оптимизации для эффективного коэффициента теплопроводности заключается в проведении итерационного расчета с последовательным уточнением зависимости коэффициента теплопроводности материала огнезащиты от температуры до момента удовлетворительной сходимости расчетных и экспериментальных данных прогрева стального сечения. Результат оценки эффективного коэффициента теплопроводности для материала огнезащиты представлен в таблице 2.

Таблица 2. – Зависимость эффективного коэффициента теплопроводности материала огнезащиты от температуры

Температура, °С	Эффективный коэффициент теплопроводности, Вт/м×К при толщине огнезащитного слоя, мм	
	0,216	0,610
20	1,00	1,000
250	7,00	7,000
280	0,35	0,080
350	0,15	0,030
600	0,40	0,006
680	0,90	0,900
800	1,40	1,400
1000	2,00	2,000

Как следует из данных таблицы 1, до момента вспучивания эффективный коэффициент теплопроводности принимает завышенные значения ввиду принятых граничных условий постоянства толщины огнезащиты.

Полученные теплофизические характеристики позволили решить теплотехническую задачу для расчетной конечно-элементной модели с частичной огнезащитой наружной поверхности и сопоставить с экспериментальными данными. Как следует из рисунка 7, получена удовлетворительная сходимость для расчетной конечно-элементной модели. Это свидетельствует о возможности использования разработанных расчетных моделей для прогнозирования прогрева как полностью, так и частично защищенных стальных конструкций вспучивающимся огнезащитным составом.

Следует отметить, что кривые прогрева стальных образцов при проведении огневых испытаний можно условно представить в виде линейных участков, соединенных в двух точках перегиба. Первая точка перегиба соответствует процессу активного вспучивания и характеризуется достижением средней температуры образцов 1 и 2 значения 280 °С, для образца 3 – около 180 °С. Вторая точка перегиба соответствует достижению средней температуры для всех образцов от 400 до 450 °С.

¹⁴ См. сноску 4.

¹⁵ ENV 13381-4:2009. Метод испытания огнестойкости строительных конструкций: – Введ. 15.12.2009 г. – Минск: Госстандарт Респ. Беларусь, 2010. – 138 с.

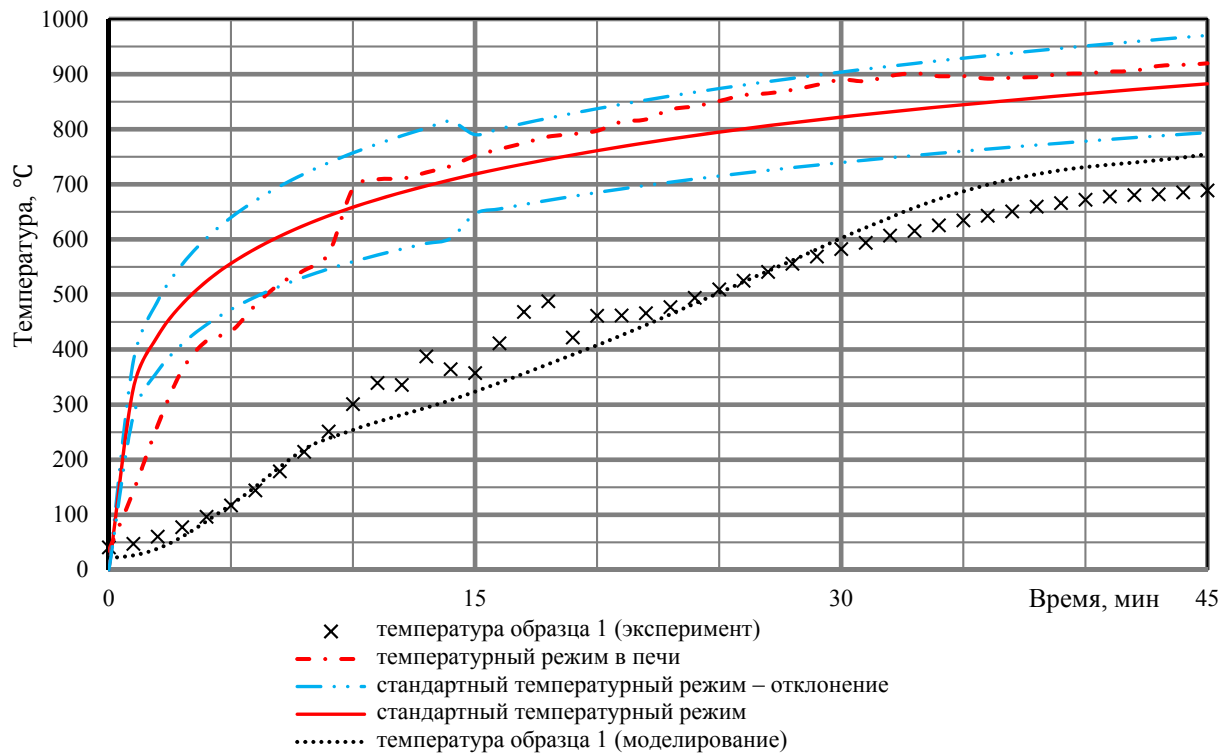


Рисунок 5. – Результаты проведения огневых испытаний образца 1

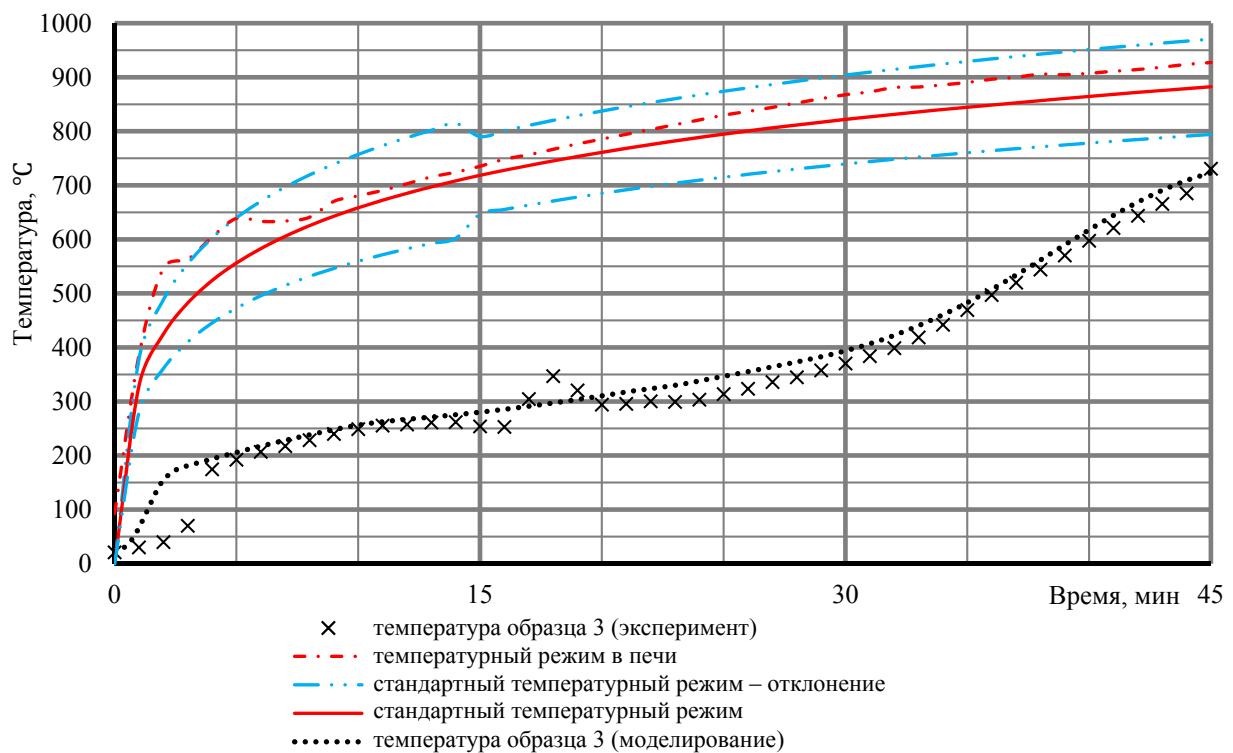


Рисунок 6. – Результаты проведения огневых испытаний образца 3

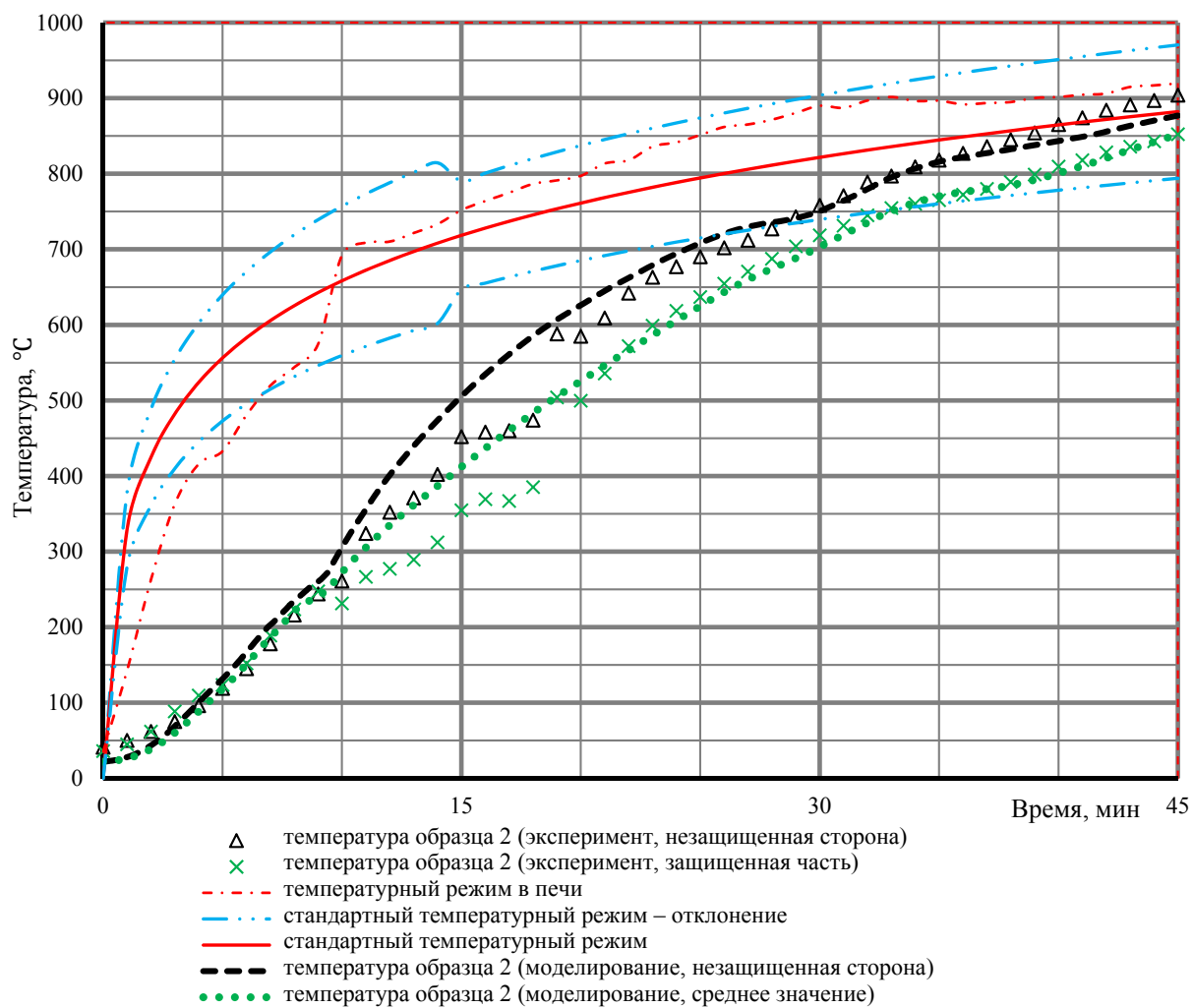


Рисунок 7. – Результаты проведения огневых испытаний образца 2

Заключение

Проведены экспериментальные исследования по прогреву стальных образцов с частичной и полной огнезащитой наружной поверхности. Методика экспериментальных исследований основана на оценке огнезащитной эффективности средства по металлу согласно СТБ 11.03.02¹⁶. Для испытаний были использованы стальные трубы квадратного сечения размерами 200 × 200 мм, толщиной 12 мм и размерами 80 × 80 мм, толщиной 4 мм по ГОСТ 30245¹⁷, при этом для сортамента размерами сечения 200 × 200 мм толщиной 12 мм к испытаниям принят один образец с частичной огнезащитой наружной поверхности (с трех сторон).

Разработаны расчетные конечно-элементные модели стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой наружной поверхности. Получены эффективные значения теплофизических характеристик вспучивающегося состава, позволившие решить теплотехническую задачу для расчетной конечно-элементной модели испытанных образцов.

¹⁶ СТБ 11.03.02-2010. Система стандартов пожарной безопасности. Средства огнезащитные. Общие технические требования и методы испытаний. – Введ. 20.10.2010 г. – Минск: Госстандарт Респ. Беларусь, 2010. – 40 с.

¹⁷ ГОСТ 30245-2012. Межгосударственный стандарт. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. – Введ. 01.01.2016 г. – М.: Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве, 2014. – 38 с.

Получена удовлетворительная сходимость для расчетной конечно-элементной модели. Это свидетельствует о возможности использования разработанных расчетных моделей для прогнозирования прогрева как полностью, так и частично защищенных стальных конструкций вспучивающимся огнезащитным составом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гравит, М.В. Оценка порового пространства пенококса огнезащитных вспучивающихся покрытий / М.В. Гравит // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22, № 5. – С. 33–37.
2. Натейкина, Л.И. Минимальная толщина огнезащитного покрытия вспенивающегося типа / Л.И. Натейкина // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25, № 2. – С. 10–12.
3. Голованов, В.И. Огнезащита стальных конструкций плитным материалом PYRO-SAFE AESTUVER T / В.И. Голованов, В.В. Павлов, А.В. Пехотиков // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – № 11. – С. 8–16. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.11.8-16.
4. Яковлев, А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций / А.И. Яковлев. – М.: Стройиздат, 1988. – 143 с.

**Прогрев стержневых стальных конструкций с частичной и полной огнезащитой
наружной поверхности при огневом воздействии**

**Heating of rod steel structures with partial and full fire-protected external surface
under fire exposure**

Ботян Сергей Сергеевич

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра пожарной
безопасности, старший преподаватель

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: aseckis@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8593-4413

Sergey S. Botyan

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Fire Safety, Senior lecturer

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: aseckis@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8593-4413

Жамойдик Сергей Михайлович

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра пожарной
безопасности, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: zhamoidik.kii@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0407-5176

Sergey M. Zhamoydik

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Fire Safety, Associate Professor

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: zhamoidik.kii@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0407-5176

Кудряшов Вадим Александрович

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», отдел научной
и инновационной деятельности,
начальник отдела

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: vadkud@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4889-1060

Vadim A. Kudryashov

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Department of Scientific and Innovation Activity,
Head of the Department

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: vadkud@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4889-1060

Олесиук Николай Михайлович

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», сектор международного
сотрудничества, старший инспектор

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: nikolai-96@tut.by
ORCID: 0000-0001-5925-1371

Nikolai M. Olesiyuk

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
International Cooperation Sector, Senior Inspector

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: nikolai-96@tut.by
ORCID: 0000-0001-5925-1371

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.20>

HEATING OF ROD STEEL STRUCTURES WITH PARTIAL AND FULL FIRE-PROTECTED EXTERNAL SURFACE UNDER FIRE EXPOSURE

Batyan S.S., Zhamoydik S.M., Kudryashov V.A., Olesiyuk N.M.

Purpose. Based on experimental studies and theoretical data, to determine the thermophysical characteristics of the intumescent flame retardant and evaluate the heating of rod steel structures with partial (tri-partite) and full fire protection of the outer surface under conditions of high temperatures in comparison with the results of fire tests.

Methods. Experimental studies, modeling in the system of finite element analysis.

Findings. Based on a series of experimental and theoretical studies in the ANSYS finite element analysis system, the heat engineering problem of fire resistance of steel structures with partial and full fire protection of the outer surface is solved. Experimental studies were used to evaluate the effective values of the thermal and physical characteristics of the intumescent composition (Sika Unitherm ASR) by solving the inverse heat conduction problem for the calculated finite element model using parametric optimization methods. The obtained thermal and physical characteristics made it possible to evaluate the heating of steel structures with partial and full fire protection of the outer surface under conditions of high temperatures and compare that with the results of fire tests.

Application field of research. The results can be used to solve the fire resistance problems of rod steel structures with partial and full fire protection of the outer surface while designing and constructing buildings and structures.

Keywords: fire resistance; intumescent fire protection, thermophysical characteristics; coefficient of thermal conductivity; specific heat, experimental studies; inverse heat conduction problem, standard temperature regime, steel structures, finite element method.

(The date of submitting: February 5, 2020)

REFERENCES

1. Gravit M.V. Otsenka porovogo prostranstva penokoksa ognezashchitnykh vspuchivayushchikhsya pokrytiy [Evaluation the pore space of foam coke flame retardant intumescent coatings]. *Fire and explosion safety*, 2013. Vol. 22, No. 5. Pp. 33–37. (rus)
2. Nateykina L.I. Minimal'naya tolshchina ognezashchitnogo pokrytiya vspenivayushchegosya tipa [The minimum thickness of the fireproof coating foaming type]. *Fire and explosion safety*, 2016. Vol. 25, No. 2. Pp. 33–37. (rus)
3. Golovanov V.I., Pavlov V.V., Pekhotikov A.V. Ognezashchita stal'nykh konstruktsiy plitnym materialom PYRO-SAFE AESTUVER T [Fire protection of steel structures with PYRO-SAFE AESTUVER T plate material]. *Fire and explosion safety*, 2016. No. 11. Pp. 8–16. (rus). DOI: 10.18322/PVB.2016.25.11.8-16.
4. Yakovlev A.I. *Raschet ognestoykosti stroitel'nykh konstruktsiy* [Calculation of fire resistance of building structures]. Moscow: Stroyizdat, 1988. 143 p. (rus)

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.32>

УДК 614.841.412

СОХРАНЯЕМОСТЬ И РЕГЕНЕРАЦИЯ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

Навроцкий О.Д., Рябцев В.Н., Иванов И.Ю.

Цель. Исследовать факторы, способствующие снижению сохраняемости растворов пенообразователей общего и целевого назначения для тушения пожаров при их длительном хранении в составе стационарных автоматических установок пожаротушения.

Методы. Проведение лабораторных исследований свойств пенообразователей общего и целевого назначения для тушения пожаров по показателям кратность и устойчивость пены, водородному показателю, а также исследований коррозионной активности растворов пенообразователей с добавлением стабилизирующих составов.

Результаты. Установлены причины, способствующие снижению сохраняемости растворов пенообразователей общего и целевого назначения для тушения пожаров, предложены способы повышения их сроков годности.

Область применения исследований. Представленные результаты исследований могут быть использованы при разработке и производстве новых пенообразователей для тушения пожаров и их хранении в составе стационарных автоматических установок пожаротушения.

Ключевые слова: пенообразователи для тушения пожаров, биоциды, ингибиторы коррозии, коррозионная активность пенообразователя.

(Поступила в редакцию 3 февраля 2020 г.)

Введение

Пенообразователи для тушения пожаров (далее – пенообразователи) представляют собой растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ). Для улучшения эксплуатационных свойств в состав пенообразователей входят, как правило, минеральные и органические вещества, повышающие их морозостойкость и растворимость ПАВ в воде [1–3].

Гарантийный срок хранения пенообразователей общего назначения составляет до пяти лет, целевого назначения – порядка 5–10 лет. При этом реальные сроки хранения могут отличаться от заявленных производителем как в большую, так и меньшую сторону.

Значительное количество пожароопасных объектов Республики Беларусь для защиты оборудованы стационарными установками автоматического пожаротушения, где в их составе хранятся рабочие растворы пенообразователя. Следует отметить, что рабочие растворы быстрее, чем концентрированные пенообразователи, утрачивают свои свойства, поэтому производители не гарантируют сохранности свойств пенообразователя при хранении в рабочем растворе.

Основная часть

Причины и механизмы деструкции рабочего раствора пенообразователя. На снижение срока годности рабочих растворов пенообразователя могут оказать влияние различные факторы, в числе которых наибольшее значение имеют:

- качество воды, использованной для приготовления раствора (наличие загрязнений, жесткость);
- температурный диапазон хранения раствора;
- материал, из которого изготовлена емкость для хранения раствора.

При хранении водных растворов пенообразователей срок их годности может сокращаться вследствие биологической и химической деструкции. Для снижения скорости деструкции в состав пенообразователей необходимо добавлять специальные химические компоненты.

Для предотвращения биологической деструкции целесообразно использовать биоциды, предназначенные для ингибирования роста и развития различного рода микроорганизмов, находящихся в рабочем растворе пенообразователя. Срок действия и применяемая концентрация биоцидов зависят от химических составов биоцида и компонентов, входящих в состав пенообразователя, а также условий хранения рабочего раствора огнетушащего вещества. Биоциды, используемые для пенообразователей, должны обладать следующими характеристиками:

- высокая биоцидная активность, состоящая из фунгицидной, бактерицидной и альгицидной;
- малая токсичность;
- совместимость с ПАВ и другими компонентами пенообразователя;
- нелетучесть, стабильность состава, устойчивость к хранению.

Для предотвращения химической деструкции целесообразно использовать добавки специальных химических компонентов, стабилизирующих пенообразователь. К таким компонентам относятся ингибиторы коррозии и буферные растворы для поддержания водородного показателя pH в течение всего срока хранения пенообразователя.

С увеличением жесткости воды пенообразующие и огнетушащие свойства рабочих растворов пенообразователей снижаются. Для сохранения этих свойств необходимо увеличивать концентрацию пенообразователей в растворах.

Вода для приготовления рабочего раствора пенообразователя не должна содержать примесей нефти и нефтепродуктов, а также веществ, способствующих разрушению и нейтрализации ПАВ, входящих в состав пенообразователей (пеногасители, катионные ПАВ и др.).

Важным компонентом пенообразователей являются ингибиторы коррозии, благодаря которым снижается воздействие на емкости для хранения и, как следствие, загрязнение огнетушащего вещества продуктами коррозии. Ингибиторы коррозии подразделяются:

- по механизму своего действия – на катодные, анодные и смешанные;
- по химической природе – на неорганические, органические;
- по водородному показателю раствора – для кислой, щелочной и нейтральной среды.

Используемые в составах пенообразователей ингибиторы коррозии должны обладать следующими характеристиками:

- высокий ингибиторный эффект;
- низкая токсичность;
- невысокая стоимость;
- совместимость с компонентами пенообразователя;
- нелетучесть, стабильность состава, устойчивость к хранению.

Кроме того, в ряде случаев установлено, что некоторые пенообразователи фактически непригодны для хранения в виде рабочих растворов, поскольку эти растворы утрачивают свои свойства в течение нескольких недель после приготовления. Это может быть связано с использованием при производстве пенообразователей ПАВ недостаточной степени очистки, а также быстрым гидролизом ПАВ.

Полученные ранее результаты исследований [4] по изучению влияния добавок карбамида к рабочим растворам пенообразователей общего и целевого назначения, содержащим в составе диаммонийфосфат (динатрийфосфат), на удельную скорость потери массы стальных пластин показали, что наблюдается синергетический эффект действия добавок, и коррозионная активность раствора пенообразователя общего назначения снижается в 8 раз, а целевого назначения – в 6 раз. На рисунке 1 представлены результаты проведенных исследований.

Таким образом, проведенные исследования по изучению факторов, способствующих снижению сохраняемости пенообразователей при хранении их в системах автоматического пожаротушения, показали, что основной причиной ухудшения их качества при длительном хранении является химическая деструкция вследствие гидролиза и взаимодействия с материалом емкостей для хранения. Установлено, что для снижения коррозионной активности

рабочих растворов пенообразователей общего и целевого назначения целесообразно использовать добавки ДАФ (ДНФ) и карбамида. Использование добавок ДАФ (ДНФ) и карбамида позволит снизить коррозионную активность и повысить сохраняемость растворов пенообразователей в системах автоматического пожаротушения.

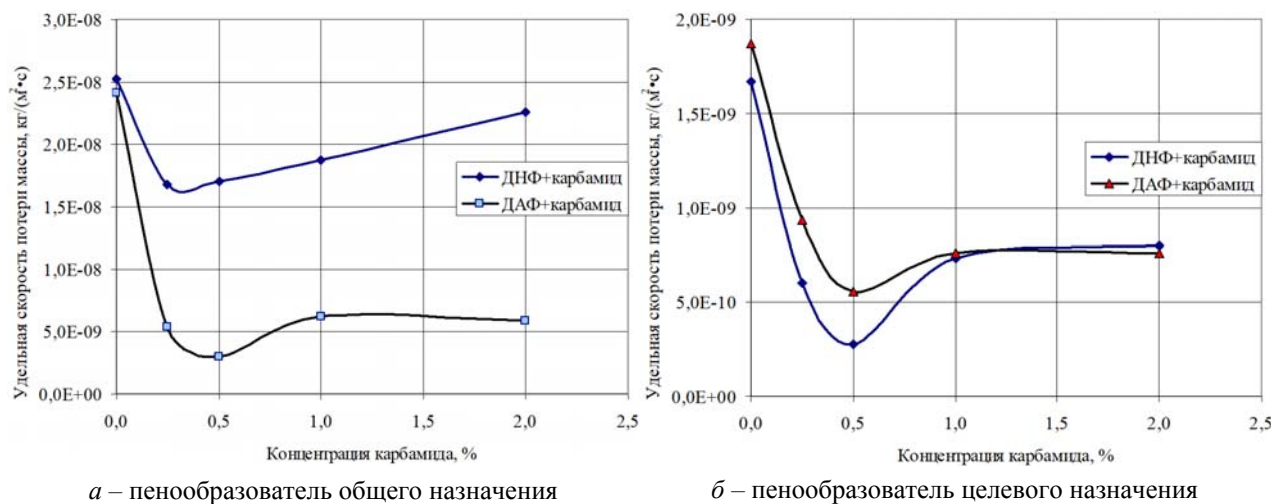


Рисунок 1. – Коррозионная активность рабочего раствора пенообразователей с добавками 1 % ДНФ (ДАФ) и 0,25–2 % раствора карбамида

Однако применение добавок ДАФ (ДНФ) и карбамида к раствору пенообразователя не всегда кажется экономически нецелесообразным, поскольку их стоимость сравнима со стоимостью нового пенообразователя для приготовления рабочего раствора. Следует учесть, что эти добавки позволяют в несколько раз увеличить срок годности пенообразователя и получить экономический эффект в долгосрочной перспективе.

Проверка качества пенообразователя. В соответствии с Инструкцией¹ при хранении пенообразователей и их рабочих растворов по истечении гарантийного срока хранения проводится проверка на соответствие их качества требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА). При необходимости проверка качества пенообразователей может проводиться и в период гарантийного срока пенообразователей. При использовании пенообразователей в автоматических системах пожаротушения пенообразователь из транспортной заводской емкости переливается в емкость системы пожаротушения (в виде концентрата или рабочего раствора), при этом существует вероятность загрязнения пенообразователя (например, смешение с остатками старого пенообразователя). В связи с этим проверка качества пенообразователя или его рабочего раствора, используемого в составе стационарных автоматических установок пожаротушения, проводится с периодичностью не реже 1 раза в 12 месяцев. Испытания пенообразователей должны проводиться в испытательных центрах (лабораториях), аккредитованных в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь.

Утилизация и регенерация пенообразователей, утративших свои свойства. Если по результатам испытаний пенообразователя установлено, что его качество не соответствует требованиям ТНПА, существуют следующие пути решения проблемы:

- утилизация и закупка нового пенообразователя;
- регенерация пенообразователя.

¹ Об утверждении Инструкции о порядке применения пенообразователей для тушения пожаров и признании утратившим силу постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 11 января 2005 г. № 2 [Электронный ресурс]: постановление Мин-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 24 июня 2009 г., № 32 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – 8/21347.

Под **утилизацией** понимается изменение целевого назначения или уничтожение вещества по причине невозможности или нецелесообразности его дальнейшего применения по основному назначению с обеспечением возможности вторичного использования таких изделий.

Пенообразователи общего назначения могут быть использованы в качестве растворов смачивателей при тушении твердых гидрофобных (водоотталкивающих) горючих материалов (торф, хлопок, вата, ткань, бумага, древесина). При использовании пенообразователей в качестве смачивателей готовятся рабочие растворы с концентрацией, указанной в технических условиях. Интенсивность подачи растворов смачивателей для тушения большинства твердых материалов составляет $0,05\text{--}0,1 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Пенообразователи возможно применять в качестве водных растворов технического моющего (обезжиривающего) средства при очистке загрязненных поверхностей. Авторами [5; 6] предложен способ получения эффективных теплоизоляционных материалов и изделий на основе глинистого сырья Республики Беларусь и пенообразователя для тушения пожаров с истекшим сроком годности. Проведенные исследования показали целесообразность применения утратившего свои свойства пенообразователя «Барьер-пленкообразующий» для получения ячеистых теплоизоляционных керамических материалов, что позволяет решить проблему утилизации пенообразователей для пожаротушения с истекшим сроком годности.

Вопрос уничтожения пенообразователей для тушения пожаров в Республике Беларусь в настоящее время не решен. По сведениям авторов, в Республике Беларусь нет предприятий, осуществляющих уничтожение пенообразователей для тушения пожаров.

Регенерация пенообразователей для тушения пожаров позволяет обеспечить восстановление свойств пенообразователей. Это позволяет существенно сократить расходы предприятия на приобретение нового пенообразователя, а также решить проблему утилизации пенообразователя с истекшим сроком годности.

Как правило, пенообразователи выходят из строя по причине снижения кратности и устойчивости пены, а также выхода значений водородного показателя за пределы, установленные в ТНПА. Регенерация пенообразователей осуществляется путем добавления дополнительных порций пенообразователя, удовлетворяющего требованиям ТНПА, или других химических компонентов, обеспечивающих восстановление свойств пенообразователя до требуемых ТНПА значений. Университет гражданской защиты МЧС Беларусь проводит исследования возможности регенерации пенообразователей с разработкой заключения по способам регенерации.

Заключение

В результате проведенных исследований по изучению факторов, способствующих снижению сохраняемости растворов пенообразователей общего и целевого назначения при длительном хранении в стационарных системах пожаротушения, установлено, что основной причиной снижения их качества является химическая деструкция вследствие гидролиза и взаимодействия с материалами емкостей для хранения (коррозии). Увеличить срок годности пенообразователей можно путем введения стабилизирующих добавок (соли фосфорной кислоты, карбамид). Биологическая деструкция пенообразователей в настоящее время не является определяющим фактором, т. к. значительно снижена наличием в их составе биоцидов в необходимом количестве.

Еще один путь повышения сохраняемости растворов пенообразователей при хранении их в стационарных системах пожаротушения – использование в составе пенообразователей специальных ПАВ, устойчивых к гидролизу. Данная задача является актуальной и будет решаться в ближайшее время при осуществлении научно-исследовательской деятельности в Университете гражданской защиты МЧС Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плетнев, М.Ю. Современные пенообразующие составы: свойства, области применения и методы испытаний / М.Ю. Плетнев, Б.Е. Чистяков, И.Г. Власенко // М.: НИИТЭХИМ, 1984. – 45 с.
2. Шароварников, А.Ф. Противопожарные пены. Состав, свойства, применение / А.Ф. Шароварников. – М.: Знак, 2000. – 445 с.
3. Казаков, М.В. Применение поверхностно-активных веществ для тушения пожаров / М.В. Казаков. – М.: Стройиздат, 1977. – 81 с.
4. Навроцкий, О.Д. Исследования по повышению сохраняемости водных рабочих растворов пенообразователей / О.Д. Навроцкий, Ю.В. Заневская, В.К. Емельянов // Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки. – 2011. – № 1 (23). – С. 56–62.
5. Белугин, Д.С. Утилизация пенообразователя для тушения пожаров с истекшим сроком годности в производстве теплоизоляционных керамических материалов / Д.С. Белугин // Наука – шаг в будущее: XI студ. науч.-практ. конф. факультета «Технология органических веществ», Минск, 5–6 дек. 2017 г.: тез. докл. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 11.
6. Попов, Р.Ю. Теплоизоляционные керамические материалы на основе белорусского каолинового сырья и утилизируемого пенообразователя / Р.Ю. Попов [и др.] // Труды БГТУ. Серия 2. Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2017. – № 1 (193). – С. 75–80.

Сохраняемость и регенерация пенообразователей для тушения пожаров

Persistence and regeneration of foaming agents for fire extinguishing

Навроцкий Олег Дмитриевич

кандидат технических наук

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Беларуси», кафедра автоматических систем
безопасности, доцент кафедры

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

e-mail: onav@tut.by

ORCID: 0000-0002-4137-2519

Oleg D. Navrotskiy

PhD in Technical Sciences

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Automatic System Security,
Associate Professor

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus

e-mail: onav@tut.by

ORCID: 0000-0002-4137-2519

Рябцев Виталий Николаевич

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Беларуси», кафедра автоматических систем
безопасности, старший преподаватель

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

e-mail: v.reabtsev@gmail.com

ORCID: 0000-0002-2830-591X

Vitaliy N. Ryabtsev

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus», Chair
of Automatic System Security, Senior Lecturer

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus

e-mail: v.reabtsev@gmail.com

ORCID: 0000-0002-2830-591X

Иванов Игорь Юрьевич

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Беларуси», кафедра автоматических систем
безопасности, преподаватель

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

e-mail: igor.ivanovwork8@gmail.com

Igor Yu. Ivanov

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus», Chair
of Automatic System Security, Lecturer

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus

e-mail: igor.ivanovwork8@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.32>

PERSISTENCE AND REGENERATION OF FOAMING AGENTS FOR FIRE EXTINGUISHING

Navrotsky O.D., Reabtsev V.N., Ivanov I.Yu.

Purpose. Research of factors contributing to the decrease of persistence of foaming agent solutions for fire extinguishing during their long-term storage as part of fire extinguishing automatic systems.

Methods. Laboratory research of the rate and resistant foam properties and the hydrogen index of foaming agents for fire extinguishing, as well as research of the corrosion activity of the foaming agent solutions with the addition of stabilizing ingredients.

Findings. The reasons for reducing the persistence of foaming agent solutions for fire extinguishing are established, methods for increasing their retention period are proposed.

Application field of research. The research results can be used in the development and production of new foaming agents for fire extinguishing and their storage in fire extinguishing automatic systems.

Keywords: foaming agents for fire extinguishing, biocides, corrosion inhibitors, foaming agent corrosive activity.

(The date of submitting: February 3, 2020)

REFERENCES

1. Pletnev M.Yu., Chistyakov B.E., Vlasenko I.G. *Sovremennye penoobrazuyushchie sostavy: svoystva, oblasti primeneniya i metody ispytaniy* [Modern foaming compositions: properties, applications and test methods]. Moscow: NIITEKhIM, 1984. 45 p. (rus)
2. Sharovarnikov A.F. *Protivopozharnye peny. Sostav, svoystva, primeneniye* [Firefighting foam. Composition, properties, application]. Moscow: Znack, 2000. 445 p. (rus)
3. Kazakov M.V. *Primeneniye poverkhnostno-aktivnykh veshchestv dlya tusheniya pozharov* [The use of surfactants to extinguish fires]. – Moscow: Stroyizdat, 1977. 81 p. (rus)
4. Navrotsky O.D., Zanevskaya Yu.V., Emel'yanov V.K. *Issledovaniya po povysheniyu sokhranyayemosti vodnykh rabochikh rastvorov penoobrazovatelya* [Research of methods for increasing retention period of foaming agents]. *Naukoviy visnik Ukrains'kogo naukovo-doslidnogo institutu pozhezhnoi bezpeki*, 2011. No. 1 (23). Pp. 56–62. (rus)
5. Belugin D.S. *Utilizatsiya penoobrazovatelya dlya tusheniya pozharov s istekshim srokom godnosti v proizvodstve teploizolyatsionnykh keramicheskikh materialov* [Recycling methods of expired foaming agent for fire extinguishing in the production of heat-insulating ceramic materials]. *Proc. XI student scientific-practical conf. of the faculty of organic substances technology «Nauka – shag v budushchee»*. Minsk: Belarusian State Technological University, 2017. Pp. 11. (rus)
6. Popov R.Yu., Dyatlova E.M., Bogdan E.O., Klimosh Yu.A., Sergievich O.A., Navrotsky O.D. *Teploizolyatsionnye keramicheskie materialy na osnove belorusskogo kaolinovogo syr'ya i utiliziruemogo penoobrazovatelya* [Heat-insulating ceramic materials based on Belarusian kaolin raw materials and recyclable foaming agent]. *Proceedings of BSTU. Series 2: Chemical technologies. Biotechnology. Geoecology*, 2017. No. 1 (193). Pp. 75–80. (rus). URI: <https://elib.belstu.by/handle/123456789/20478>.

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.39>

УДК 614.846.63:681.586.7

ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЦИСТЕРН ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ

Ковтун В.А., Короткевич С.Г., Пасовец В.Н.

Цель. Экспериментальное подтверждение эффективности применения разработанных методик и рекомендаций, обеспечивающих повышение эксплуатационного ресурса, увеличение запаса прочности и межремонтного периода модернизированных цистерн пожарных автомобилей, эксплуатируемых в аварийно-спасательных подразделениях на территории Республики Беларусь.

Методы. Компьютерное моделирование, методы тензометрии.

Результаты. Экспериментальным путем исследовано напряженное состояние серийно изготавливаемой и модернизированной цистерны пожарного автомобиля при различных эксплуатационных режимах движения. Подтверждены результаты теоретических расчетов, полученные методом компьютерного моделирования. В статье представлено описание эксперимента, обработка и анализ полученных результатов.

Область применения исследований. Результаты исследований применены при проектировании и разработке конструкций оболочечного типа.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, цистерна, модернизация, деформация, механические напряжения, тензорезистивный датчик, сварное соединение, ребро жесткости.

(Поступила в редакцию 16 января 2020 г.)

Введение

Пожарные автоцистерны являются основной технической единицей, осуществляющей доставку пожарных-спасателей и огнетушащих веществ к месту чрезвычайной ситуации. Движение техники нередко происходит при отсутствии ровного дорожного покрытия¹. При этом конструкция цистерны воспринимает значительные гидродинамические нагрузки, создаваемые движением жидкости. В результате одной из основных причин выхода из строя пожарных автомобилей является нарушение герметичности цистерны из-за образования трещин в местах сварных соединений элементов конструкции. Устранение данных повреждений цистерны требует проведения большого объема подготовительных и ремонтных работ, что снижает боевую готовность аварийно-спасательных подразделений. Один из путей решения данной проблемы – научно-обоснованное проектирование конструкций цистерн пожарных автомобилей, что является сложной технической задачей.

В целях решения поставленной задачи авторским коллективом был разработан новый методологический подход², заключающийся в разработке компьютерных моделей, базирующихся на экспериментальных данных, полученных с использованием вибродиагностического комплекса, что позволяет проводить исследования и оценку напряженно-деформированного состояния различных конструкций оболочечного типа с учетом эксплуатационных режимов движения и рельефа местности. Для проведения исследований выбраны наиболее распространенные на территории Республики Беларусь и уже вышедшие из гарантийного периода обслуживания пожарные аварийно-спасательные автомобили с объемом цистерны 5 м³ на шасси МАЗ-5337. Конструкция цистерны данных автомобилей представляет собой емкость прямоугольного сечения, образованного передней, задней, боковыми, верхней

¹ Сведения о чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] / МЧС Республики Беларусь. – 2019. – Режим доступа: <https://mchs.gov.by/ministerstvo/statistika/svedeniya-o-chs> – Дата доступа: 16.09.2019.

² Методика динамического моделирования напряженно-деформированного состояния элементов и узлов конструкций оболочечного типа. – Гомель: ГФ УГЗ МЧС РБ, 2017. – 10 с. – 24.07.2017.

и нижней стенками. Внутри емкости расположены ребра жесткости, продольные и поперечные волноломы. В результате ранее проведенных исследований были разработаны рекомендации по модернизации данной цистерны пожарного автомобиля [1–5], комплексная реализация которых повышает запас прочности конструкции более чем на 30 %: установка косынки в виде полосы размером 900×150 мм в вертикальной плоскости под углом 45 градусов к находящимся в контакте стенкам; увеличение длины ребер жесткости в виде уголка на боковых стенках цистерны с 700 мм (заводское исполнение) до его максимальной величины 1200 мм; установка дополнительных П-образных профилей толщиной 3 мм при геометрических размерах $50 \times 50 \times 50$ мм в нижней части передней и задней стенок, находящихся в контакте с дном.

Цель работы состояла в экспериментальном подтверждении эффективности применения разработанных методик и рекомендаций, обеспечивающих повышение эксплуатационного ресурса, увеличение запаса прочности и межремонтного периода модернизированных цистерн пожарных автомобилей, эксплуатируемых в аварийно-спасательных подразделениях на территории Республики Беларусь.

Основная часть

Методика исследований. Определение напряженно-деформированного состояния технических конструкций является основой для определения их работоспособности, безопасной эксплуатации и оценки остаточного ресурса. Для данных целей применяют датчики, которые преобразуют входное воздействие любой физической величины в сигнал, удобный для дальнейшего использования. Тензометрические датчики предназначены для измерения упругих деформаций материалов и конструкций при статических и динамических нагрузках, а также для измерения сил, давлений и перемещений. Среди электронных тензометрических датчиков наибольшее распространение получили тензорезистивные датчики [6]. Экспериментальные исследования проводились на серийно изготавливаемой и модернизированной цистерне объемом 5 м^3 пожарных автомобилей на шасси МАЗ-5337 при помощи измерительного тензометрического комплекса. На рисунке 1 представлен фрагмент углового сварного соединения боковой и передней стенок модернизированной цистерны пожарного автомобиля на шасси МАЗ-5337, на котором отражена реализация разработанных рекомендаций.



- 1 – боковая стенка; 2 – передняя стенка; 3 – дно; 4 – ребро жесткости на боковой стенке;
5 – ребро жесткости на передней стенке; 6 – П-образный профиль; 7 – косынка;
8 – удлинение ребра жесткости на боковой стенке; 9 – дополнительный П-образный профиль

Рисунок 1. – Фрагмент внутреннего углового сварного соединения боковой и передней стенок цистерны

Тензометрический комплекс состоял из портативного компьютера с установленным специальным программным обеспечением, приемного устройства и тензометрических датчиков (рис. 2). В качестве приемного устройства применялся портативный прецизионный прибор модели «MT-D4». Он предназначен для цифровой обработки сигналов, передаваемых от подключенных к нему тензометрических датчиков. Для управления прибором «MT-D4» и отображения результатов измерений используется персональный компьютер на базе MS Windows с установленным специальным программным обеспечением³. Для измерений механических напряжений применялись линейные тензорезистивные датчики общего назначения маркировки «CEA-06-250UW-120»⁴. Датчик состоит из фольговой ленты толщиной до 12 мкм, подложки и контактов с внешними выводами⁵. Принцип действия основан на тензорезистивном эффекте – свойстве проводников и полупроводников изменять электрическое сопротивление при объемном или линейном деформировании⁶. Фольговый чувствительный элемент выполнен из константанового сплава в термокомпенсационной оболочке. Основа подложки датчика выполнена из полиамида. Данный вид тензорезисторов способен измерять напряжение в статическом и динамическом режимах, обладает малым сопротивлением $120 \pm 0,3 \text{ } \Omega$, имеет возможность измерять деформации в диапазоне $\pm 5 \text{ } \%$, применяется в температурном диапазоне от -75 до $+175 \text{ } ^\circ\text{C}$.



1 – тензометрические датчики; 2 – приемное устройство;
3 – портативный компьютер с установленным программным обеспечением

Рисунок 2. – Расположение измерительного комплекса на пожарном автомобиле

Установка измерительных датчиков проводилась в отапливаемом помещении на предварительно очищенную поверхность наружных стенок цистерны. Контрольными местами были определены области сварных соединений цистерны [2], которые подвержены в процессе эксплуатации наибольшим нагрузкам и были усилены в ходе проведенных работ по модернизации. Поверхность, на которую крепились датчики, обладала шероховатостью не более $400 \text{ } \mu\text{m}$ ⁷. Температурная компенсация датчикам при температуре помещения $+22 \text{ } ^\circ\text{C}$ не требовалась [7].

³ D4 Data Acquisition Conditioner [Электронный ресурс] / Micro-measurements. – Режим доступа: <https://micro-measurements.com/instruments> – Дата доступа: 23.07.2019.

⁴ VPG Disclaimer [Электронный ресурс] / Micro-measurements. – Режим доступа: <http://www.vishaypg.com/docs/11312/250uw.pdf> – Дата доступа: 23.07.2019.

⁵ Тензодатчик: виды, принцип работы и устройство [Электронный ресурс] / ASUTPP. – Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/tenzodatchik.html> – Дата доступа: 23.07.2019.

⁶ Тензорезисторы. Термины и определения: ГОСТ 20420-75. – Введ. 01.01.1976 г. – М.: Гос. ком-т стандартов Сов. Министров СССР, 1975. – 15 с.

⁷ Тензорезисторы. Общие технические условия: ГОСТ 21616-91. – Введ. 01.01.1992 г. – М.: Гос. ком-т по стандартизации и метрологии СССР, 1997. – 49 с.

Выбраны следующие эксплуатационные режимы пожарного автомобиля, приближенные к условиям его оперативного движения: режим 1 – движение по прямому участку ровной асфальтированной дороги со скоростью 50 км/ч; режим 2 – движение по дороге с неровностями со скоростью 20–30 км/ч; режим 3 – выезд с разворотом со скоростью 10–15 км/ч; режим 4 – ускорение с места до скорости 30 км/ч и торможение.

Проведение исследований. Первоначально исследования были проведены на серийно изготавливаемой цистерне объемом 5 м³ пожарного автомобиля на шасси МАЗ-5337. В таблице 1 отражены сведения о контролируемых областях конструкции цистерны, количестве датчиков и способах их размещения.

Таблица 1. – Расположение тензометрических датчиков на стенках серийно изготавливаемой конструкции цистерны пожарного автомобиля

Области установки тензометрических датчиков на стенках цистерны	Расположение тензометрических датчиков на поверхности стенок цистерны		
	горизонтально	вертикально	под углом 45°
Угловое сварное соединение передней и боковой стенки	№ 1	№ 2	№ 3
Торцевое сварное соединение волнолома и боковой стенки	№ 4	№ 5	№ 6
Нахлесточное сварное соединение ребра жесткости и боковой стенки	№ 7	–	–
Угловое сварное соединение передней стенки и дна	№ 8	–	–

В целях точного определения направления деформации с учетом возможностей приемного устройства было использовано 8 датчиков, которые устанавливались на поверхности стенок цистерны горизонтально, вертикально и под углом 45° в наиболее подверженных нагрузкам областях конструкции (рис. 3).



Рисунок 3. – Расположение тензометрических датчиков на поверхности стенок цистерны пожарного автомобиля: 1 – горизонтально; 2 – вертикально; 3 – под углом 45°

Исследования проводились при движении пожарного автомобиля в установленных эксплуатационных режимах. На рисунке 4 представлены максимальные значения механических напряжений, возникающих в конструкции серийно изготавливаемой цистерны.

Из рисунка 4 видно, что максимальные напряжения в конструкции цистерны пожарного автомобиля возникают при движении в эксплуатационном режиме 2, что соответствует движению по дороге с неровностями со скоростью 20–30 км/ч. Проведенные испытания показали, что датчики № 1, 4, 7, 8, установленные горизонтально, фиксируют наибольшие механические напряжения. Это свидетельствует о точном определении направления возникающих напряжений в конструкции цистерны.

Испытания модернизированной конструкции цистерны объемом 5 м³ пожарного автомобиля на шасси МАЗ-5337 проведены при аналогичных эксплуатационных режимах дви-

жения. На основании полученных результатов исследований серийно изготавливаемой конструкции датчики на стенках модернизированной цистерны размещались горизонтально: датчик № 9 – угловое сварное соединение передней и боковой правой стенки; датчик № 10 – торцевое сварное соединение волнолома и боковой правой стенки; датчик № 11 – нахлесточное сварное соединение ребра жесткости и боковой правой стенки; датчик № 12 – угловое сварное соединение передней стенки и дна. Максимальные значения механических напряжений представлены на рисунке 5.

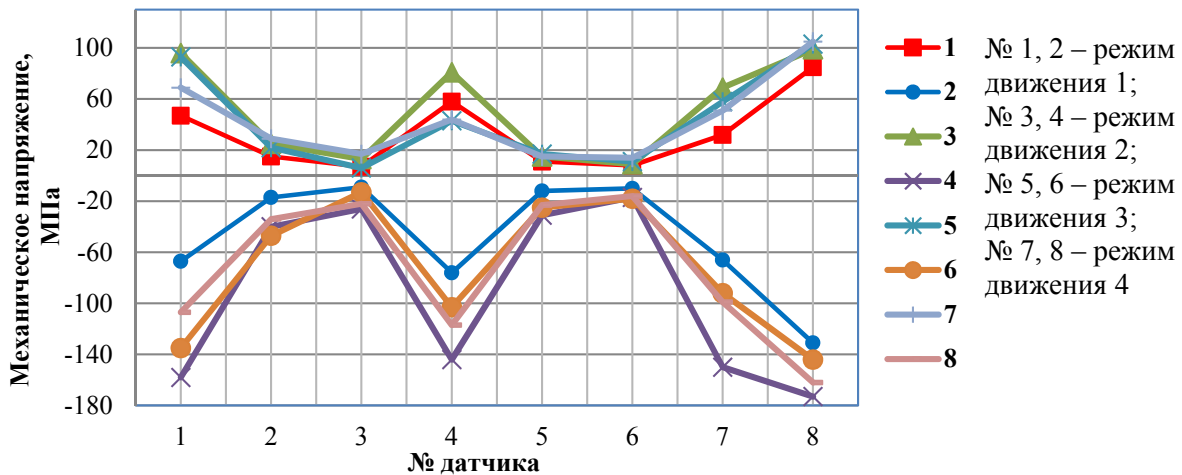


Рисунок 4. – Максимальные значения механического напряжения в конструкции серийно изготавливаемой цистерны при различных режимах движения пожарного автомобиля

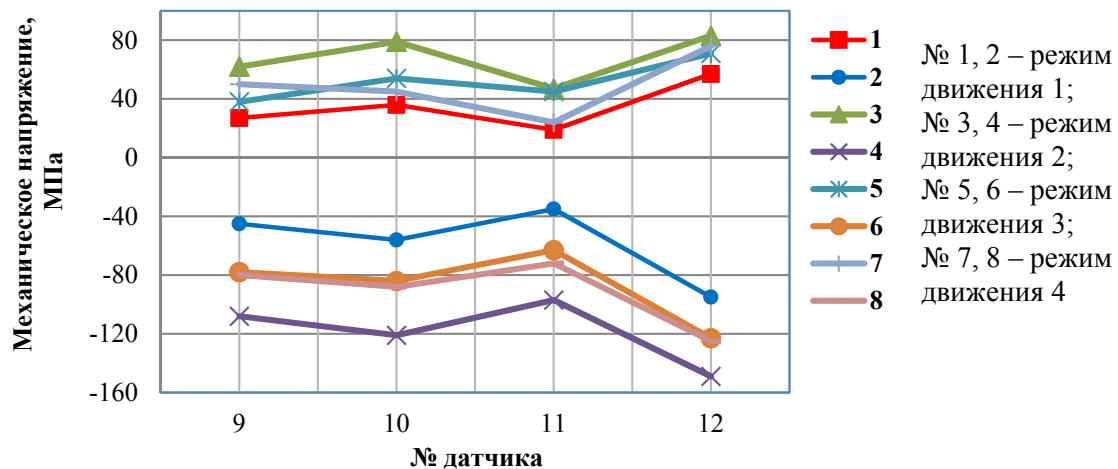


Рисунок 5. – Максимальные значения механического напряжения в модернизированной конструкции цистерны при различных режимах движения пожарного автомобиля

Анализ результатов проведенных исследований на модернизированной цистерне позволил установить, что максимальные напряжения также возникают при движении пожарного автомобиля по дороге с неровностями со скоростью 20–30 км/ч.

На рисунках 6 и 7 представлены результаты измерений механических напряжений датчиком № 1, который устанавливался в области углового сварного соединения передней и боковой стенок серийно изготавливаемой и модернизированной цистерны объемом 5 м³ пожарных автомобилей на шасси МАЗ-5337. Программное обеспечение фиксировало возникающие напряжения при частоте опроса датчиков $\nu = 0,25$ с.

Согласно рисунку 6 исследуемые эксплуатационные режимы движения пожарного автомобиля соответствуют следующим временным интервалам: режим 1 (1–141 с); режим 2 (460–520 с); режим 3 (141–190 с; 271–309 с); режим 4 (680–710 с; 750–780 с).

Эксплуатационные режимы движения пожарного автомобиля с модернизированной цистерной соответствуют следующим временным интервалам (рис. 7): режим 1 (310–500 с); режим 2 (680–760 с); режим 3 (100–120 с; 140–190 с); режим 4 (520–610 с).

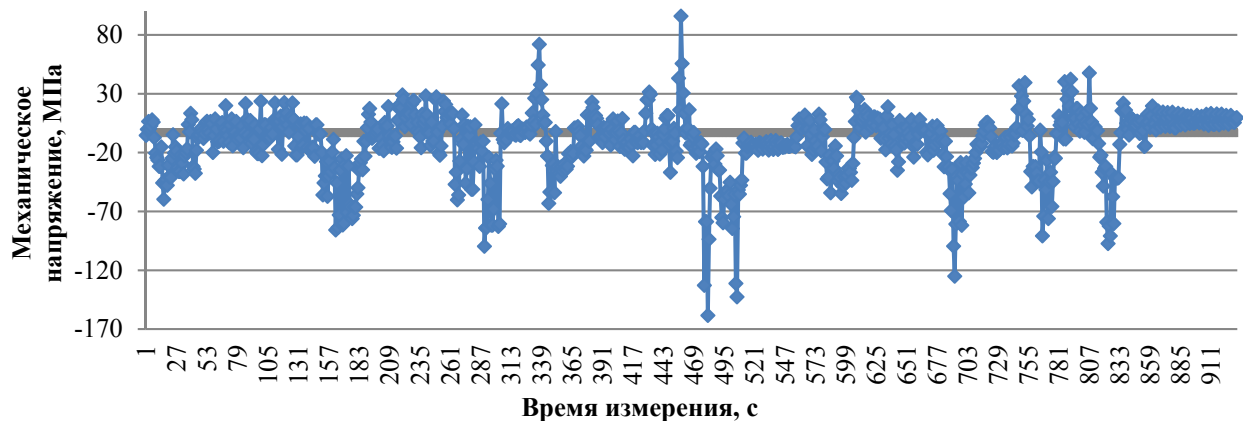


Рисунок 6. – Результаты измерений механического напряжения, зафиксированных датчиком № 1 на конструкции серийно выпускаемой цистерны при движении пожарного автомобиля

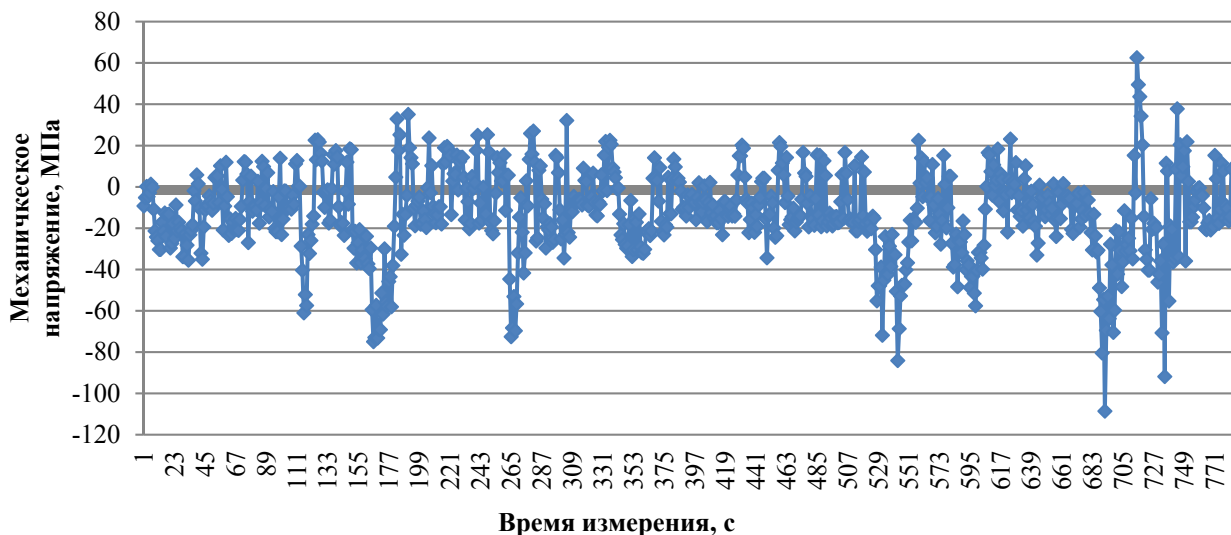


Рисунок 7. – Результаты измерений механического напряжения, зафиксированных датчиком № 9 на конструкции модернизированной цистерны при движении пожарного автомобиля

Анализ полученных данных показал значительное снижение максимальных напряжений при всех эксплуатационных режимах движения пожарного автомобиля. В таблице 2 представлены значения максимальных напряжений, полученные тензометрическим комплексом в результате испытаний серийно изготавливаемой и модернизированной цистерны объемом 5 м³ пожарных автомобилей на шасси МАЗ-5337.

Таблица 2. – Результаты экспериментальных измерений механических напряжений на поверхности стенок серийно выпускаемой и модернизированной цистерны пожарных автомобилей

Области сварных соединений	Результаты тензометрических исследований	
	серийно выпускаемая цистерна $\sigma_{\max}$, МПа	модернизированная цистерна $\sigma_{\max}$, МПа
Угловое сварное соединение передней и боковой стенки	158	108
Торцевое сварное соединение волнолома и боковой стенки	145	121
Нахлесточное сварное соединение ребра жесткости и боковой стенки	150	97
Угловое сварное соединение передней стенки и дна	173	149

Натурные испытания свидетельствуют, что комплексная практическая реализация разработанных рекомендаций по модернизации цистерн объемом 5 м³ пожарных автомобилей на шасси МАЗ-5337 позволяет повысить запас прочности более чем на 30 % и, следовательно, увеличить межремонтный период.

Заключение

Проведены экспериментальные исследования напряженного состояния серийно изготавливаемой и модернизированной цистерны пожарных автомобилей объемом 5 м³ на базе шасси МАЗ-5337 при различных эксплуатационных режимах движения. Анализ результатов исследований позволил установить, что при движении пожарного аварийно-спасательного автомобиля напряженное состояние цистерны в значительной мере определяется геометрическими параметрами элементов ее конструкции. В работе показана возможность модернизации эксплуатируемых конструкций автоцистерн. Установлено, что применение дополнительных упрочняющих элементов позволяет повысить запас прочности автоцистерны более чем на 30 %.

Сравнительный анализ результатов натурных испытаний и исследований напряженно-деформированного состояния методом 3D компьютерного моделирования показал высокую степень корреляции, при этом расхождение значений максимальных напряжений не превышает 6–9 %.

Полученные результаты подтверждают эффективность модернизации пожарных аварийно-спасательных автомобилей на базе шасси МАЗ-5337 и позволяют рекомендовать разработку к внедрению в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям при проведении капитального ремонта эксплуатируемых автоцистерн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Короткевич, С.Г. Исследование напряженно-деформированного состояния конструкций цистерн пожарных автомобилей / С.Г. Короткевич, В.А. Ковтун // Вестник Воронежского ин-та ГПС МЧС России. – 2017. – № 4 (25). – С. 45–51.
2. Ковтун, В.А. Компьютерное моделирование и исследование напряженно-деформированного состояния конструкций цистерн пожарных автомобилей / В.А. Ковтун, С.Г. Короткевич, В.А. Жаранов // Вестник Ун-та гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 1. – С. 81–90. DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-1.81.
3. Короткевич, С.Г. Эксплуатационная надежность цистерн пожарных автомобилей: модернизация стальных конструкций в целях повышения их механических характеристик / С.Г. Короткевич, В.А. Ковтун // Вестник ПГУ. Серия В. – 2019. – № 3. – С. 97–101.
4. Ковтун, В.А. Оптимизация конструкции цистерны пожарного автомобиля АЦ-5.0-50/4 на базе шасси МАЗ-5337 методом компьютерного моделирования / В.А. Ковтун [и др.] // Вестник Ун-та гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 1. – С. 38–45. DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-1.38.
5. Kovtun, V. Optimization of fire truck's tanks on the chassis MAZ-6317 by the method of computer simulation / V. Kovtun, S. Korotkevich, Y. Mirchev, V. Lodnya // International journal «NDT Days». – 2019. – Vol. II, iss. 4. – P. 495–500.
6. Мехеда, В.А. Тензометрический метод измерения деформаций: учеб. пособие / В.А. Мехеда. – Самара: Изд-во «Самара», гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 56 с.
7. Ахмеджанов, Р.А. Физические основы получения информации: учеб. пособие / Р.А. Ахмеджанов, А.И. Чередов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 184 с.

Тензометрические исследования напряженного состояния цистерн пожарных автомобилей при различных режимах движения

Tenzometric research of stress state of fire truck tanks at various motion modes

Ковтун Вадим Анатольевич

доктор технических наук, профессор

Гомельский филиал государственного учреждения образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра оперативно-тактической деятельности и техники, профессор

Адрес: ш. Речицкое, 65А,
246023, г. Гомель, Беларусь
e-mail: vadimkov@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-9510-132X

Vadim A. Kovtun

Grand PhD in technical sciences, Professor

Gomel Branch of the State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Operational-tactical Activity and Technical Equipment, Professor

Address: sh. Rechitskoe, 65A,
246023, Gomel, Belarus
e-mail: vadimkov@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-9510-132X

Короткевич Сергей Геннадьевич

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра промышленной безопасности, преподаватель

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: korotkevichsergei@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9388-0881

Sergey G. Korotkevich

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Industrial Safety, Lecturer

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: korotkevichsergei@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9388-0881

Пасовец Владимир Николаевич

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра промышленной безопасности, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: pasovets_v@mail.ru
ORCID: 0000-0001-9451-9513

Vladimir N. Pasovets

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Industrial Safety, Associate Professor

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: pasovets_v@mail.ru
ORCID: 0000-0001-9451-9513

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.39>

TENZOMETRIC RESEARCH OF STRESS STATE OF FIRE TRUCK TANKS AT VARIOUS MOTION MODES

Kovtun V.A., Korotkevich S.G., Pasovets V.N.

Purpose. Experimental confirmation of application effectiveness of developed methods and recommendations, ensuring increasing the maintenance period as well as safety margin and overhaul period of modernized fire truck tanks, operating in the emergency rescue units on the territory of the Republic of Belarus.

Methods. Computer modeling, tensometric methods.

Findings. The stress state of a quantity-built and modernized fire engine tank under various operational driving conditions were studied in an experimental way. The results of theoretical calculations obtained by computer simulation method are confirmed. The experiment, processing and analysis of the results are presented.

Application field of research. The research results were applied in the design and development of shell-type structures.

Keywords: fire truck, tank, modernization, deformation, mechanical stress, strain gauge, welded joint, stiffener.

(The date of submitting: January 16, 2019)

REFERENCE

1. Korotkevich S.G., Kovtun V.A. Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya konstruktsiy tsistern pozharnykh avtomobiley [The research of strain-stress state of fire apparatus tanks construction]. *Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii*, 2017. Vol. 25, No 4. Pp. 45–51. (rus)
2. Kovtun V.A., Korotkevich S.G., Zharanov V.A. Komp'yuternoe modelirovanie i issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya konstruktsiy tsistern pozharnykh avtomobiley [Computer simulation and research of the stress-strain state of fire tank truck construction]. *Journal of Civil Protection*, 2018. Vol. 2, No 1. Pp. 81–90. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-1.81.
3. Korotkevich S.G., Kovtun V.A. Ekspluatatsionnaya nadezhnost' tsistern pozharnykh avtomobiley: modernizatsiya stal'nykh konstruktsiy v tselyakh povysheniya ikh mekhanicheskikh kharakteristik [Operational safety of fire truck's tank: modernization of steel structures for the purpose of mechanical characteristics maintenance]. *Vestnik PGU. Seriya B*, 2019. No 3. Pp. 97–101. (rus)
4. Kovtun V.A., Korotkevich S.G., Pasovets V.N., Todorov I. Optimizatsiya konstruktsii tsisterny pozharnogo avtomobilya ATs-5.0-50/4 na baze shassi MAZ-5337 metodom komp'yuternogo modelirovaniya [Operational safety improvement of the fire truck's tank AC-5.0-50/4 based on the chassis MAZ-5337 by the method computer modeling]. *Journal of Civil Protection*, 2019. Vol. 3, No 1. Pp. 38–45. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-1.38.
5. Kovtun V., Korotkevich S., Mirchev Y., Lodnya V. Optimization of fire truck's tanks on the chassis MAZ-6317 by the method of computer simulation. *International Journal «NDT Days»*, 2019. Vol. II, iss. 4. Pp. 495–500.
6. Mekheda V.A. *Tenzometricheskii metod izmereniya deformatsiy* [Strain-strain method for measuring strain]: manual. Samara: Izdatel'stvo Samara, Samara National Research University, 2011. 56 p. (rus)
7. Akhmedzhanov R.A., Cheredov A.I. *Fizicheskie osnovy polucheniya informatsii* [Physical basics of getting information]: tutorial. Omsk: Izdatel'stvo Omskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2008. 184 p. (rus)

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.48>

УДК 532.59+627.8

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННО ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА ПРИ ПРОРЫВЕ НАПОРНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ

Стриганова М.Ю., Шаталов И.М., Самедов С.А., Недашковская И.В., Рабченя В.С.

Цель. Моделирование пространственно изменяющегося неустановившегося движения потока, образующегося в результате гидродинамических аварий, на горных территориях.

Методы. Математическое моделирование неустановившегося движения потока жидкости.

Результаты. При расширении неустановившегося потока по склону рельефа местности происходит распад волны на преломленную, движение которой можно описать уравнением баланса энергий с инерционной составляющей, и отраженную, которая преобразуется в пространственное прыжковое сопряжение, описываемое уравнением баланса энергии.

Область применения исследований. Предложенные уравнения можно использовать в качестве математической модели неустановившегося плавно изменяющегося движения воды в случае разрушения или прорыва напорного гидротехнического сооружения в условиях высокогорья.

Ключевые слова: математическая модель, пространственное изменение, неустановившееся движение, волны перемещения, напорное гидротехническое сооружение.

(Поступила в редакцию 26 декабря 2019 г.)

Введение

Неустановившееся движение потока жидкости, при котором его характеристики (скорость v , глубина h и расход Q) изменяются в пространстве и во времени, часто относят к волновому [1–3]. Отличительной чертой волн, движущихся при этом в открытых руслах водотоков и водоемов, является их способность переносить значительные расходы (массы) воды. В связи с этим такие волны называют волнами перемещения, они существенно отличаются от ветровых или колебательных (сейсмических) волн [4].

Волны перемещения делятся на две основные группы: непрерывные (длинные) и прерывные (короткие).

Непрерывная волна перемещения характеризуется медленным (постепенным) или плавно изменяющимся движением. Мгновенный продольный профиль такой волны обладает малой кривизной, при которой соблюдается неравенство:

$$\frac{2\pi h}{\lambda} < 2,65,$$

где h – глубина потока, λ – длина волны.

Прерывные волны характеризуются быстро изменяющимся движением. Мгновенный профиль этих волн имеет большую кривизну с резким изменением уровня воды на коротком участке и быстрым его изменением во времени. У прерывной волны перемещения вертикальный компонент ускорения имеет существенное значение, а влияние трения в русле водотока или водоема несущественно и пренебрежительно мало по сравнению с гидродинамическим эффектом (действием сил инерции) движения потока воды.

Примером медленно (постепенно) изменяющегося неустановившегося движения являются паводковые волны, движение ливневых вод, попуски в реках и т. д.

Примером быстро изменяющегося движения может быть движение воды при внезапном разрушении или прорыве плотины или других напорных гидротехнических сооружений, резкой остановке турбин гидроэлектростанций и т. д.

Неустановившееся движение, при котором наблюдается повышение или понижение уровня, называется волной одного направления. Обычно волну делят на две основные части: фронт (лоб) волны и тело волны.

Под фронтом волны понимают переднюю часть (грань) волны, имеющую гребень (наивысшую точку) и перемещающуюся с некоторой максимальной скоростью $v_{\max}$. Тело волны перемещается за ее фронтом и несет в себе всю массу (или объем) воды. В теле волны элементы потока изменяются постепенно (с нарастанием или убыванием) и движение потока воды здесь можно рассматривать как медленно или плавно изменяющееся.

В гидродинамической постановке задачи неустановившееся движение рассматривается одномерным, при котором изучают только средние характеристики потока (средние по величине в сечении скорости и глубины). Причиной такого движения принято считать изменение (увеличение или уменьшение) расхода Q (массы) воды в начальном и конечном сечениях (створах) рассматриваемого участка русла.

Волну, движущуюся по направлению основного сечения, называют прямой, а против течения – обратной. При возрастании уровня воды волну называют положительной, а при убывании – отрицательной. Основные рассматриваемые параметры при движении волн: отметки уровней воды в начальный Z_I и конечный Z_{II} моменты времени; расходы воды при повышении ее уровня в водоеме в начальный Q_0 и конечный Q моменты времени по направлению движения потока; скорость перемещения волны v ; время повышения или понижения уровня воды в водоеме t . Всего различают четыре формы волн [1–4]:

Прямая положительная волна, или волна наполнения (рис. 1), появляется в результате увеличения расхода в начальном сечении. Она характеризуется следующими неравенствами:

– в начальном сечении

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} > 0; \quad \frac{\partial v}{\partial l} < 0,$$

где ω – площадь живого сечения, м^2 ; v – скорость потока, м/с ; l – длина рассматриваемого участка, м ; t – момент времени, с ;

– в конечном сечении

$$\frac{\partial \omega}{\partial l} < 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} > 0.$$

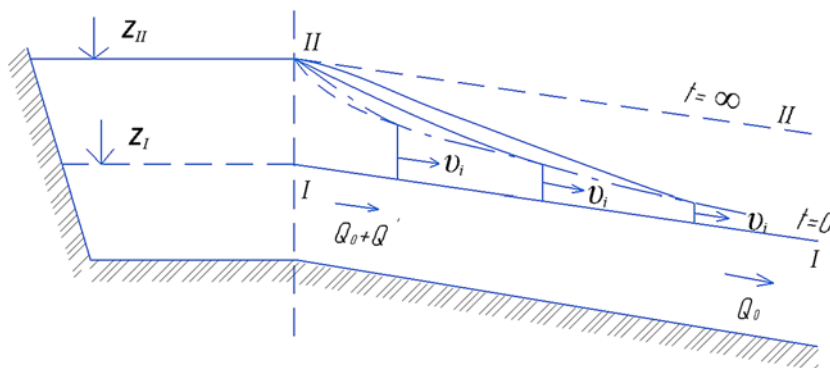


Рисунок 1. – Прямая положительная волна, или волна наполнения

Прямая отрицательная волна, или волна отлива (рис. 2), образуется в результате уменьшения расхода в начальном сечении и характеризуется следующими неравенствами:

– в начальном сечении

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} < 0; \quad \frac{\partial v}{\partial l} > 0;$$

– в конечном сечении

$$\frac{\partial \omega}{\partial l} > 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} < 0.$$

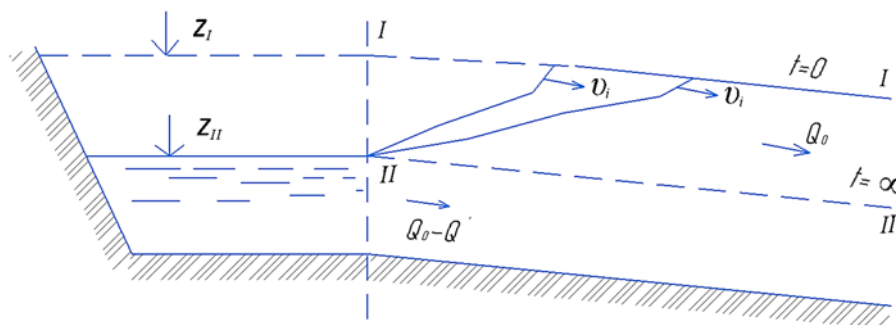


Рисунок 2. – Прямая отрицательная волна, или волна отлива

Обратная положительная волна, или волна подпора (рис. 3), образуется в результате уменьшения расхода в конечном сечении и характеризуется неравенствами:

– в начальном сечении

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} > 0; \quad \frac{\partial v}{\partial l} < 0;$$

– в конечном сечении

$$\frac{\partial \omega}{\partial l} > 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} < 0.$$

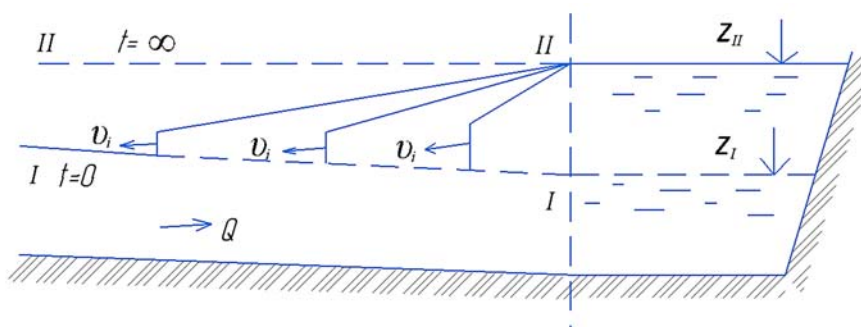


Рисунок 3. – Обратная положительная волна, или волна подпора

Обратная отрицательная волна, или волна излива (рис. 4), образуется в результате увеличения расхода в конечном сечении и характеризуется неравенствами:

– в начальном сечении

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} < 0; \quad \frac{\partial v}{\partial l} > 0;$$

– в конечном сечении

$$\frac{\partial \omega}{\partial l} < 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} > 0.$$

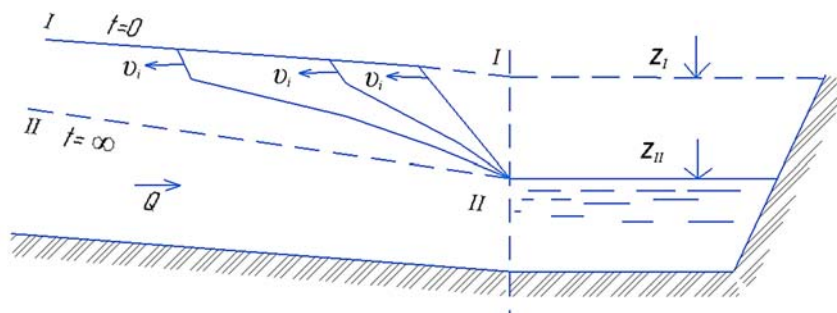


Рисунок 4. – Обратная отрицательная волна, или волна излива

Если в конечном или в каком-либо створе открытого русла наблюдается резкое изменение поперечного сечения (сужение, расширение или преграда в русле), то волна распадается на две:

– одна из них – преломленная волна будет распространяться в основном (главном) направлении и обладать максимальной скоростью и разрушающей силой;

– другая – отраженная волна будет распространяться в обратном направлении, заполняя водой окружающее пространство.

Учитывая вышеизложенное, рассмотрим случай неустановившегося движения потока воды при разрушении или прорыве напорного гидротехнического сооружения (например, плотины), расположенного на возвышенности (на горных или холмистых рельефах местности).

Основная часть

Ранее в работах И.В. Карпенчука, М.Ю. Стригановой [5; 6] было достаточно подробно рассмотрено медленно изменяющееся неустановившееся движение при разрушении напорного гидротехнического сооружения в виде волны прорыва, которая представляла из себя длинную прямую положительную волну перемещения

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} > 0; \quad \frac{\partial \omega}{\partial l} < 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} > 0; \quad \frac{\partial v}{\partial l} < 0,$$

которая перемещалась в призматическом длинном русле. Следует отметить, что такого рода волна возникает чаще всего при переливе воды через напорное сооружение или при мгновенном сбросе (опорожнении) воды из водохранилища в нижний бьеф гидротехнического напорного сооружения (рис. 1).

Математическая модель неустановившегося течения, предложенная И.В. Карпенчуком и М.Ю. Стригановой, учитывала средние характеристики потока жидкости в условиях «изолированного» течения (без стороннего или бокового притока воды) в водотоках на местности с равнинным рельефом на территории Республики Беларусь.

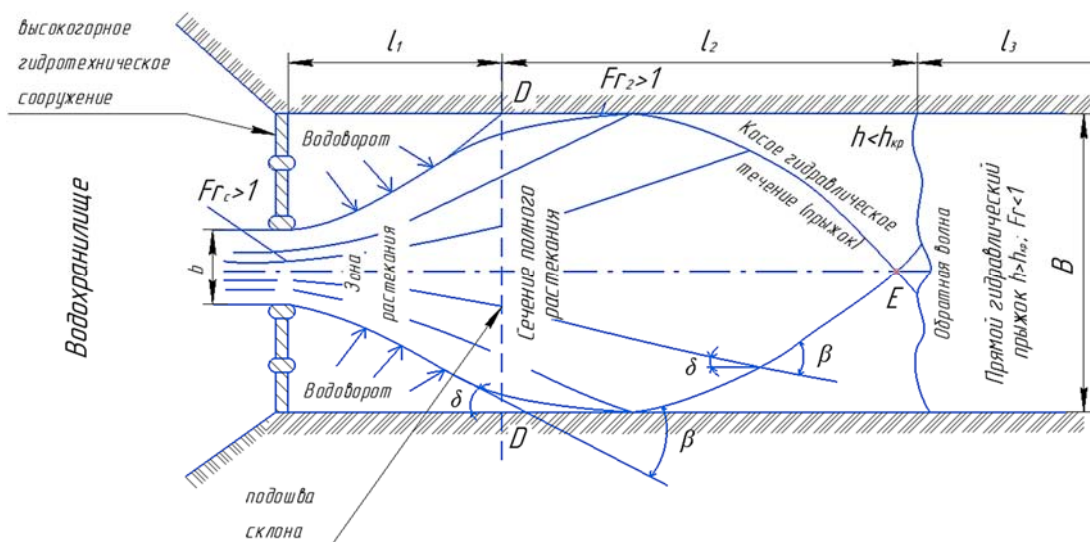
В реальных условиях (особенно в условиях возвышенностей или горного рельефа местности) разрушение напорного фронта гидротехнического сооружения (например, плотины) происходит с образованием трещины или прорана, через которые происходит относительно постепенное опорожнение водохранилища, при этом наблюдается падение уровня воды в водохранилище (рис. 2) и уменьшение расхода воды в начальном створе. В таких условиях более вероятно появление прямой отрицательной волны перемещения (рис. 2), которая сопровождается увеличением расхода в конечном сечении

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} < 0; \quad \frac{\partial \omega}{\partial l} > 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} < 0; \quad \frac{\partial v}{\partial l} < 0.$$

При этом на начальном, расширяющемся участке, волна является преломленной, а далее на последующих участках растекания потока волна становится отраженной (обратной) положительной с уменьшением расхода в конечном сечении, при этом соблюдаются следующие условия

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} > 0; \quad \frac{\partial \omega}{\partial l} > 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} < 0; \quad \frac{\partial v}{\partial l} < 0.$$

Обращает на себя внимание тот факт, что в условиях высокогорья реальным является боковой приток воды, т. е. приток воды по нормали к оси основного потока, связанный с таянием льда, снега и ливневым притоком воды, что приводит к необходимости рассмотрения условий пространственно изменяющегося неустановившегося движения (рис. 5).



h – глубина потока; $h_{кр}$ – критическая глубина; l_1, l_2, l_3 – длины рассматриваемых участков;
 b – ширина прорана; Fr – число Фруда; β и δ – углы растекания потока воды;
 B – максимальная ширина водотока (нижнего бьефа гидротехнического сооружения)

Рисунок 5. – Схема растекания потока воды при условиях пространственно изменяющегося неустановившегося движения

Анализ схемы растекания потока воды, представленный на рисунке 5, показывает, что на участке определенной длины в пределах преломленной волны перемещения (прямой отрицательной) поток будет находиться в бурном состоянии ($h < h_{кр}$; $Fr > 1$) и постепенно расширяться вдоль по течению, скатываясь по склону. Преломленная волна будет обладать максимальной скоростью и разрушающей силой. Далее, достигнув подошвы склона, поток будет переходить в спокойное состояние с увеличением глубины h . При этом появится отраженная обратная положительная волна, у которой глубина потока h будет увеличиваться против основного (главного) течения, что приведет к возникновению гидравлического прыжка и затоплению окружающей территории.

Если ширина нижнего бьефа гидротехнического сооружения ограничена, то различают три характерных участка установившегося движения жидкости в виде преломленной волны (рис. 5):

- участок собственного растекания, который заканчивается створом полного растекания l_1 ;
- участок косою течения (прыжка) l_2 ;
- участок до фронта отраженной обратной положительной волны l_3 .

Здесь следует обратить внимание на то, что в пределах первого участка (несмотря на то, что поток на этом участке находится в бурном состоянии) растекающийся поток можно считать постепенно изменяющимся неустановившимся и к нему можно применить уравнение баланса энергий с инерционной составляющей. Отраженная волна на втором и третьем участках представляет из себя прыжковое сопряжение, т. к. на этих участках поток движущейся жидкости (воды) переходит из бурного состояния в спокойное, вследствие его торможения при расширении и наличии препятствий различного характера. Причем на втором участке появляется, как правило, косой пространственный прыжок, а на третьем участке – прямой гидравлический прыжок с образованием водоворотной вальцовой области.

Остановимся более подробно на движении преломленной волны на участке l_1 , которая представляет из себя прямую отрицательную волну неустановившегося движения, при котором глубины и расход жидкости будут постепенно или плавно увеличиваться вдоль по течению.

Рассматриваемое движение воды (рис. 5) может быть описано двумя дифференциальными уравнениями: уравнением баланса расхода и уравнением динамического равновесия.

На схеме движения потока (рис. 6) обозначим A_1B_1 свободную поверхность, соответствующую моменту времени t_1 , а A_2B_2 – моменту времени t_2 . Если рассмотреть неустановившееся движение воды между сечениями 1-1 и 2-2 на бесконечно малом расстоянии dl , то для такого движения уравнение баланса расхода можно записать в виде [1–4]:

$$\frac{\partial Q}{\partial l} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = 0. \quad (1)$$

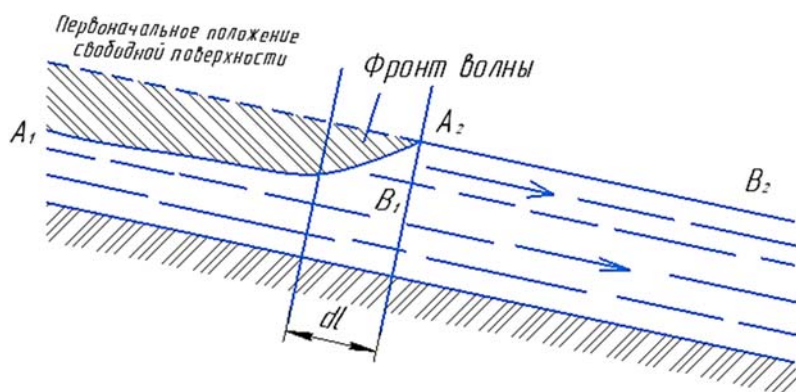


Рисунок 6. – Волна отлива в открытом русле при уменьшении расхода воды в его начальном сечении

Уравнение динамического равновесия пространственно изменяющегося неустановившегося движения можно записать, рассуждая следующим образом.

1. Рассматривая элементарный участок потока между сечениями 1-1 и 2-2, ограниченный свободной поверхностью A_1B_1 , можно записать дифференциальное уравнение неравномерного установившегося ($Q = \text{const}$) плавно изменяющегося потока в виде [1–4]:

$$I = \frac{d}{dl} \left(\frac{\alpha v^2}{2g} \right) + \frac{v^2}{C^2 R}, \quad (2)$$

где I – гидравлический уклон поверхности потока; α – коэффициент Кориолиса; C – коэффициент Шези; R – гидравлический радиус; g – ускорение свободного падения, м/с².

2. В случае неустановившегося движения это уравнение необходимо дополнить новым членом, выражающим локальную часть сил инерции и записать в частных производных. Уравнение примет следующий вид:

$$I = \frac{\partial}{\partial l} \left(\frac{\alpha v^2}{2g} \right) + \frac{v^2}{C^2 R} + \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t}, \quad (3)$$

где $\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t}$ – локальная часть силы инерции; $\frac{1}{g}$ – масса единицы веса жидкости (воды);

$\frac{\partial v}{\partial t}$ – локальная часть ускорения.

Учитывая, что

$$I = i - \frac{dh}{dl} \quad \text{и} \quad \frac{v^2}{C^2 R} = \frac{Q^2}{K^2} = A Q^2,$$

где K – расходная характеристика русла, м³/с; A – удельное сопротивление русла, с²/м⁶; i – уклон дна водотока, дифференциальное уравнение динамического равновесия можно записать в виде:

$$i - \frac{dh}{dl} = \frac{\alpha v}{g} \frac{\partial v}{\partial l} + \frac{Q^2}{K^2} + \frac{\alpha_0}{g} \frac{\partial v}{\partial t}$$

или

$$i - \frac{dh}{dl} = \frac{\alpha v}{g} \frac{\partial v}{\partial l} + A Q^2 + \frac{\alpha_0}{g} \frac{\partial v}{\partial t}, \quad (4)$$

где α_0 – коэффициент Буссинеска ($\alpha_0 = 1,0 \div 1,03$).

Учитывая, что

$$\frac{dh}{dl} = \frac{1}{B} \frac{\partial \omega}{\partial l},$$

где B – ширина русла по поверхности потока, уравнение (4) можно переписать в виде:

$$(i - A Q^2) g = \frac{g}{B} \frac{\partial \omega}{\partial l} + \alpha_0 \frac{\partial v}{\partial t} + \alpha v \frac{\partial v}{\partial l}. \quad (4')$$

3. Уравнения (2), (3) и (4) не учитывают пространственного изменения неустановившегося движения. Пространственное изменение неустановившегося движения сопровождается боковым притоком или оттоком воды по нормали к оси основного главного потока (рис. 5). Наличие такого притока или оттока вызывает изменение расхода на участке dl на величину dQ [1]. В этом случае количество движения, отнесенное к единице веса воды, протекающей в русле растекающегося потока, получает приращение, равное:

$$\frac{\alpha_0 \rho g v dQ}{g \rho g \omega dl}, \quad (5)$$

где ρ – плотность воды, кг/м^3 ; $\rho g dQ$ и $\rho g \omega dl$ – вес воды, поступающей в русло во время притока или оттока; ω – площадь поперечного сечения русла, заполненного водой, м^2 .

Учитывая, что $dQ = d(v\omega) = v d\omega + \omega dv$, выражение (5) можно записать в частных производных:

$$\frac{\alpha_0 v^2}{g \omega} \frac{\partial \omega}{\partial l} + \frac{\alpha_0 v}{g} \frac{\partial v}{\partial l}. \quad (6)$$

Если в правую часть уравнения (4) добавить член, определенный выражением (6), то уравнение (4') перепишется в виде:

$$(i - A Q^2) g = \frac{g}{B} \frac{\partial \omega}{\partial l} + \alpha_0 \frac{\partial v}{\partial t} + \alpha v \frac{\partial v}{\partial l} + \frac{\alpha_0 v^2}{\omega} \frac{\partial \omega}{\partial l} + \alpha_0 v \frac{\partial v}{\partial l}$$

или

$$(i - A Q^2) g = \left(\frac{g}{B} + \alpha_0 \frac{v^2}{\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial l} + (\alpha + \alpha_0) v \frac{\partial v}{\partial l} + \alpha_0 \frac{\partial v}{\partial t}. \quad (7)$$

Выражение (7) является динамическим уравнением пространственно изменяющегося неустановившегося движения, которое учитывает боковой приток или отток воды, поступающий в основное русло растекающегося потока воды нормально к его оси. Приток или отток воды связан обычно в горных условиях с поверхностным стоком талых (от таяния льда и снега) и ливневых вод.

При решении уравнения (4) и (7) можно упростить, учитывая, что:

– при резком (мгновенном) опорожнении водохранилища, расположенного на возвышенности, и последующем растекании потока воды силы инерции во много раз превышают силы трения, и в этом случае слагаемое AQ^2 близко к нулю. Поэтому уравнение (7) приобретает следующий вид:

$$ig = \left(\frac{g}{B} + \alpha_0 \frac{v^2}{\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial l} + (\alpha + \alpha_0) v \frac{\partial v}{\partial l} + \alpha_0 \frac{\partial v}{\partial t}; \quad (8)$$

– если растекание потока воды происходит в призматическом русле, у которого $\frac{\partial \omega}{\partial l} = 0$, то динамическое уравнение пространственно изменяющегося неустановившегося движения потока воды примет следующий вид:

$$ig = (\alpha + \alpha_0) v \frac{\partial v}{\partial l} + \alpha_0 \frac{\partial v}{\partial t}. \quad (9)$$

Таким образом, анализ уравнений (1), (4), (7), (8), (9) показывает, что они достаточно полно описывают рассматриваемый вид неустановившегося течения воды и могут быть использованы в качестве математической модели пространственно изменяющегося неустановившегося движения воды в теле прямой отрицательной волны перемещения, которая с большей вероятностью может появиться при разрушении или прорыве напорного гидротехнического сооружения, расположенного на возвышенности (например, горного водохранилища). Предложенную математическую модель можно использовать при компьютерном моделировании прорыва напорных гидротехнических сооружений и последующего растекания потока воды.

Заключение

1. При разрушении или прорыве гидротехнического сооружения напорного фронта (например, плотины) в нижнем бьефе этого сооружения возникает прямая отрицательная волна перемещения.

2. При движении неустановившийся поток жидкости по склону рельефа местности расширяется, что приводит к распаду волны перемещения на две волны: преломленной и отраженной. Причем преломленная волна обладает большей разрушающей способностью, а отраженная волна затапливает окружающую территорию.

3. Движение жидкости в пределах преломленной волны является бурным, неустановившимся, но плавно изменяющимся, что позволяет его описать с помощью уравнения баланса энергий с инерционной составляющей.

4. Учет бокового притока воды, направленного вдоль и по нормали к оси основного (плавного) потока позволил записать динамическое уравнение пространственного неустановившегося плавно изменяющегося движения (7).

5. Отраженная волна представляет собой обратную положительную волну, которая, в свою очередь, преобразуется в пространственное прыжковое сопряжение (косой и прямой гидравлический прыжок), описываемое уравнением баланса энергии.

6. Предложенные конечные уравнения можно использовать в качестве математической модели неустановившегося плавно изменяющегося движения при исследовании движения воды в случае разрушения или прорыва гидротехнических сооружений напорного фронта (например, плотин) в условиях высокогорья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богомолов, А.И. Гидравлика / А.И. Богомолов, К.А. Михайлов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1972. – 648 с.

2. Константинов, Н.М. Гидравлика, гидрология, гидрометрия: учебник для вузов: в 2 ч. / Н.М. Константинов, Н.А. Петров, Л.И. Высоцкий. – М.: Высш. школа, 1987. – Ч. II: Специальные вопросы. – 431 с.
3. Гиргидов, А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учебник для вузов / А.Д. Гиргидов. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: изд-во Политехнического университета, 2007. – 545 с.
4. Справочник по гидравлике / под ред. В.А. Большакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Высш. шк. Головное издательство, 1984. – 343 с.
5. Стриганова, М.Ю. Математическая модель неустановившегося движения волны прорыва и экспериментальные исследования потока в призматическом нижнем бьефе / М.Ю. Стриганова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2010. – Т. 28, № 2. – С. 83–93.
6. Карпенчук, И.В. Математическая модель неустановившегося движения волны прорыва гидротехнических сооружений напорного фронта / И.В. Карпенчук, М.Ю. Стриганова // Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту: матеріали IV Міжнарод. наук.-практ. конф. – Черкаси: АПБ ін. героїв Чорнобиля, 2010. – С. 57–60.

Математическая модель пространственно изменяющегося неустановившегося движения потока при прорыве напорных гидротехнических сооружений в условиях высокогорья

Mathematical model of a spatially variable unstable flow motion at the breakthrough of hydrotechnical structures under the conditions of highland

Стриганова Марина Юрьевна

кандидат технических наук, доцент
Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», кафедра автоматических систем безопасности, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: striganovam@tut.by
ORCID: 0000-0002-8100-733X

Marina Yu. Striganova

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Automatic System Security, Associate Professor

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: striganovam@tut.by
ORCID: 0000-0002-8100-733X

Шаталов Игорь Михайлович

Белорусский национальный технический университет, кафедра гидротехнического и энергетического строительства, водного транспорта и гидравлики, старший преподаватель

Адрес: пр-т Независимости, 65,
220013, г. Минск, Беларусь
e-mail: shatl19@yandex.by
ORCID: 0000-0002-5348-5318

Igor' M. Shatalov

Belarusian National Technical University, Department of Hydrotechnical and Power Engineering, Water Transport and Hydraulics, Senior Lecturer

Address: pr-t Nezavisimosti, 65,
220013, Minsk, Belarus
e-mail: shatl19@yandex.by
ORCID: 0000-0002-5348-5318

Самедов Самедага Абзар оглы

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Азербайджан, главное оперативное управление, заместитель начальника

Адрес: ул. М. Мушвига, 501,
AZ1073, г. Баку, Азербайджан
e-mail: ssamedaga@yandex.by
ORCID: 0000-0002-4241-8080

Abzar S. Samedov

Ministry of Emergency Situations of the Republic of Azerbaijan, Main Operational Department, Deputy Head

Address: ul. M. Mushviga, 501,
AZ1073, Baku, Azerbaijan
e-mail: ssamedaga@yandex.by
ORCID: 0000-0002-4241-8080

Недашковская Ирина Васильевна

Белорусский национальный технический университет, управление подготовки научных кадров высшей квалификации, методист

Адрес: пр-т Независимости, 65,
220013, г. Минск, Беларусь
e-mail: nedash19@yandex.by
ORCID: 0000-0002-7059-9122

Irina V. Nedashkovskaya

Belarusian National Technical University, Department for the Training of Scientific Personnel of Higher Qualification, Methodologist

Address: pr-t Nezavisimosti, 65,
220013, Minsk, Belarus
e-mail: nedash19@yandex.by
ORCID: 0000-0002-7059-9122

Рабченя Виктория Сергеевна

Белорусский национальный технический университет, факультет энергетического строительства, студент

Адрес: пр-т Независимости, 65,
220013, г. Минск, Беларусь
e-mail: rabash19@yandex.by
ORCID: 0000-0002-9350-1693

Viktoriya S. Rabchenya

Belarusian National Technical University, Department of Energy Construction, Student

Address: pr-t Nezavisimosti, 65,
220013, Minsk, Belarus
e-mail: rabash19@yandex.by
ORCID: 0000-0002-9350-1693

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.48>

MATHEMATICAL MODEL OF A SPATIALLY VARIABLE UNSTABLE FLOW MOTION AT THE BREAKTHROUGH OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES UNDER THE CONDITIONS OF HIGHLAND

Striganova M.Yu., Shatalov I.M., Samedov S.A., Nedashkovskaya I.V., Rabchenya V.S.

Purpose. Modeling of spatially changing unsteady flow motion resulting from hydrodynamic accidents in mountainous areas.

Methods. Mathematical modeling of unsteady fluid flow.

Findings. When an unsteady stream expands along the slope of the terrain, the wave decays into a refracted wave, whose motion can be described by the equation of energy balance with the inertial component; and the reflected one, which is converted into spatial hopping conjugation, which is described by energy balance.

Application field of research. The proposed equations can be used as a mathematical model of unsteady smoothly changing water movement in case of destruction or breakthrough of a pressure hydraulic structure under the conditions of highland.

Keywords: spatial change, unsteady motion, displacement waves, pressure hydraulic structure.

(The date of submitting: December 26, 2019)

REFERENCES

1. Bogomolov A.I., Mikhaylov K.A. *Gidravlika* [Hydraulics]. The second ed. Moscow: Stroyizdat, 1972. 648 p. (rus)
2. Konstantinov N.M., Petrov N.A., Vysotskiy L.I. *Gidravlika, gidrologiya, gidrometriya* [Hydraulics, hydrology, hydrometry]: textbook for universities in 2 parts. Moscow: Vysshaya shkola, 1987. Part 2: Spetsial'nye voprosy [Special issues]. 431 p. (rus)
3. Girgidov A.D. *Mekhanika zhidkosti i gaza (gidravlika)* [Mechanics of fluid and gas (hydraulics)]: textbook for universities. The third ed. Saint Petersburg: izdatel'stvo Politekhnicheskogo universiteta, 2007. 545 p. (rus)
4. *Spravochnik po gidravlike* [Handbook of hydraulics]. Ed. by V.A. Bol'shakov. The second ed. Kiev: Vyshcha shkola, 1984. 343 p. (rus)
5. Striganova M.Yu. Matematicheskaya model' neustanovivshegosya dvizheniya volny proryva i eksperimental'nye issledovaniya potoka v prizmaticheskom nizhnem b'efe [Mathematical model of unsteady motion of a breakthrough wave and experimental studies of flow in a prismatic downstream]. *Chrezvychnyye situatsii: preduprezhdenie i likvidatsiya*, 2010. Vol. 28, № 2. Pp. 83–93. (rus)
6. Karpenchuk I.V., Striganova M.Yu. Matematicheskaya model' neustanovivshegosya dvizheniya volny proryva gidrotekhnicheskikh sooruzheniy napornogo fronta [A mathematical model of unsteady motion of a wave of breakthrough of hydraulic structures of a pressure head]. *Proc. IV Intern. scientific-practical conf. «Prirodnychi nauki ta ikh zastosuvannya v diyal'nosti sluzhby tsivil'nogo zakhistu»*. Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Defense of Ukraine. Cherkasy, 2010. Pp. 57–60. (rus)

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.59>

УДК 351.861

КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ОРГАНИЗАЦИЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ ПЕРЕВОДУ НА РАБОТУ В УСЛОВИЯХ ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ

Булва А.Д., Безносик Е.А., Лебедкин А.В.

Цель. Разработать модель, структуру и принципы реализации комплексной защиты в организациях, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени.

Методы. Использованы общенаучные методы исследования: индукции и дедукции, анализа и синтеза, сравнения и обобщения, аналогии.

Результаты. Разработан порядок реализации комплексной защиты в организациях, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени; сформирована иерархическая модель системы защитных мероприятий, а также сформулированы принципы их осуществления.

Область применения исследований. Результаты исследования являются вкладом в развитие теории гражданской обороны, а также могут быть использованы при переработке требований нормативных правовых актов в части уточнения принципов осуществления защитных мероприятий в организациях, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени, структуры и системы управления комплексной защитой в организациях.

Ключевые слова: военное время, гражданская оборона, инженерно-технические мероприятия, комплексная защита, управление, устойчивость.

(Поступила в редакцию 20 января 2020 г.)

Введение

Общепризнанной формой защиты населения и территориальной целостности государства от военной опасности является гражданская оборона (далее – ГО). Ее степень готовности определяет способность государства обеспечивать защиту граждан в условиях военного времени.

Как раздел военной науки, теория ГО включает систему научных знаний, принципов, закономерностей, категорий (понятий) и положений об опасностях, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, их воздействии на население, материальные и культурные ценности, способах и методах защиты от них, ликвидации последствий вооруженного нападения [1].

Необходимость совершенствования ГО как важнейшего направления строительства военной организации государства на современном этапе и как отрасли военной науки определяется положениями действующей военной доктрины, в соответствии с которыми в состав мер по обеспечению военной безопасности входит «развитие военной науки и гражданских отраслей науки, прямо или косвенно связанных с проработкой оборонной тематики и разработкой военных технологий, укрепление научного потенциала военной организации государства» [2].

Изучая силы и средства вероятного противника, характер возможных последствий их применения в войне, способы защиты населения и территорий от возникающих при этом опасностей, теория ГО исследует войну и вооруженную борьбу, несмотря на то, что решение задач защиты осуществляется невооруженными способами.

Кроме того, теория ГО не замыкается в себе. Она способна успешно взаимодействовать с другими отраслями военно-научного знания, в результате чего достигается их взаимное развитие и интегрирование. Например, теория военной экономики и теория ГО способны обогатить друг друга теоретическими положениями и практическими рекомендациями по

таким проблемам, как обеспечение живучести военно-экономических, транспортных и других тыловых объектов, своевременная ликвидация последствий разрушений и потерь, использование местных ресурсов и т. п.

Объектом исследования в теории ГО является безопасность личности, общества, государства при возникновении опасностей военного характера. Предметом исследования, соответственно, выступает защита населения и территорий от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

С учетом объекта и предмета исследования теории ГО ее проблемы прямо или косвенно связаны с разработкой средств и способов защиты населения, материальных и историко-культурных ценностей, повышения устойчивости функционирования организаций при возникновении опасностей военного характера.

Специфической особенностью предмета исследований является изучение защитных мероприятий – организационных, инженерно-технических и специальных, направленных на снижение вероятности поражения объектов тыла обычными средствами поражения, а также в результате диверсий.

В раннем исследовании Н.В. Карпилени и А.Д. Булвы [2] сформулировано положение о научно-теоретической основе мероприятий по защите от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий. Такой основой, по мнению авторов, выступает прежде всего военная доктрина, в соответствии с которой характер современных военных конфликтов в интересах осуществления защитных мероприятий обуславливается:

- применением высокоэффективных систем высокоточного оружия в неядерном снаряжении, в том числе основанных на новом использовании физических принципов, предусматривающим нанесение быстрых ударов в условиях глобальной досягаемости и обеспечивающим поражение войск (сил), объектов тыла, экономики, коммуникаций на всей территории противника;

- катастрофическими последствиями поражения (нарушением функционирования) критически важных объектов инфраструктуры Республики Беларусь, включая объекты энергетики, химические и другие опасные производства, системы жизнеобеспечения.

Законом Республики Беларусь о гражданской обороне¹ определен ряд специфических задач, решение которых обеспечивает минимизацию последствий возможных военных конфликтов для объектов инфраструктуры и населения:

- организация и осуществление мер по подготовке к проведению мероприятий ГО;
- обеспечение устойчивого функционирования экономики и ее отдельных объектов, коммуникаций и систем жизнеобеспечения населения в военное время.

Кроме того, постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 декабря 2013 г. № 1051 «Об утверждении основных направлений реализации государственной политики в области гражданской обороны»² закреплено, что обеспечение устойчивого функционирования организаций является одним из основных направлений государственной политики в сфере ГО, которое должно реализовываться через механизм совершенствования требований по обеспечению безопасности.

Обеспечение устойчивого функционирования организаций достигается через реализацию комплекса организационных и инженерно-технических мероприятий (далее – ИТМ), направленных на повышение способности объекта сохранять свои функциональные возможности при воздействии дестабилизирующих факторов в условиях мирного и военного времени [5].

¹ О гражданской обороне [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 27 нояб. 2006 г., № 183-З // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

² Об утверждении основных направлений реализации государственной политики в области гражданской обороны [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 9 дек. 2013 г., № 1051 // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

В соответствии с Законом Республики Беларусь о военном положении³ устойчивое функционирование объектов жизнеобеспечения, транспортных организаций, а также объектов, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья граждан, окружающей среды в военное время обеспечивают местные советы обороны. В организациях, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени, необходимость решения указанной задачи закреплено в положениях Закона Республики Беларусь «О гражданской обороне».

Целью данного исследования является разработка модели, структуры и принципов реализации комплексной защиты в организациях, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени.

Основная часть

В контексте рассматриваемой проблемы под понятием «комплексная защита организаций, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени (далее – комплексная защита)», будем понимать совокупность взаимосвязанных по содержанию, времени, ресурсам и месту проведения мероприятий, обеспечивающих решение следующих задач:

- предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), возникающих в военное время;
- снижение вероятности диверсий, воздействия обычных средств поражения;
- снижение риска гибели и травматизма людей, размера материального ущерба от ЧС и опасностей, возникающих при ведении военных действий, в результате диверсий;
- обеспечение восстановления нарушенного производства в кратчайшие сроки.

Таким образом, основной целью комплексной защиты является устойчивое функционирование организации при воздействии дестабилизирующих факторов в условиях военного времени и в период нарастания военной угрозы.

Общий подход к реализации мероприятий, обеспечивающих достижение сформулированных задач, представлен на рисунке 1.

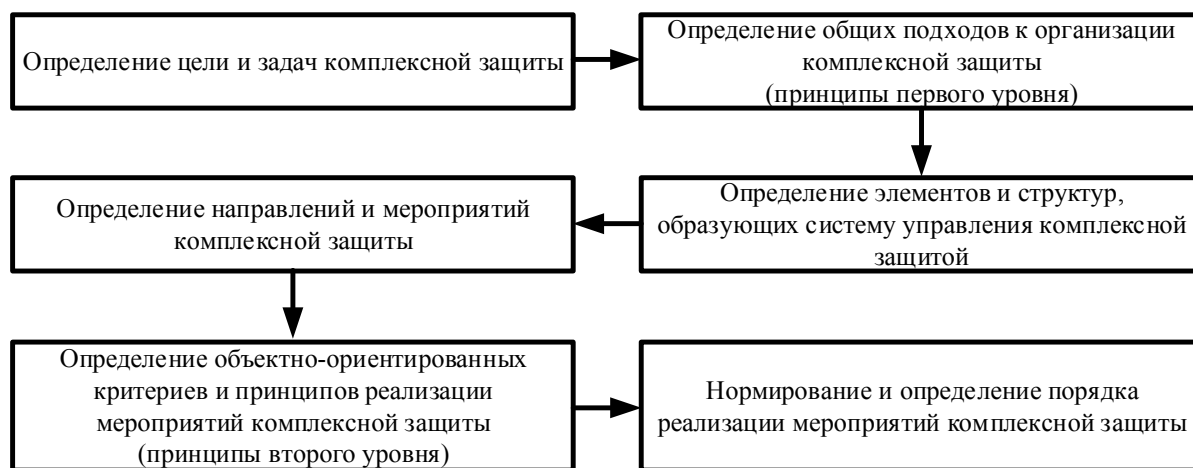


Рисунок 1. – Порядок реализации комплексной защиты в организациях, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени

Для эффективного решения задач и разработки системы связанных мероприятий комплексной защиты необходимым условием является наличие обобщающих положений (кратких руководств), которые принято называть принципами.

В словаре иностранных слов современного русского языка [6] термин «принцип» (лат. *principium* – первоначало, основа) приводится в трех значениях:

³ О военном положении [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 13 янв. 2002 г., № 185-З // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

- основное начало, на котором построено что-либо (научная система, теория, устройство и т. п.);
- закон, основное положение чего-либо;
- точка зрения, убеждение, правило поведения.

Следует отметить, что слишком высокий уровень обобщенности приводит к утрате адекватного отражения необходимых существенных свойств, а недостаточный – к дроблению принципов на положения, которые не являются принципиальными.

В контексте изучаемой проблемы наиболее близким является значение, определяемое требованиями нормативных правовых актов в сфере ГО, а также защиты населения и территории от ЧС, возникающих в военное время.

Анализ действующего законодательства Республики Беларусь позволяет выделить следующие базовые принципы (на схеме они указаны в качестве принципов первого уровня):

- заблаговременность проведения мероприятий;
- планирование и осуществление мероприятий с учетом экономических, природных и иных характеристик, особенностей организаций, степени реальной опасности возникновения ЧС, осуществления диверсий, применения обычных средств поражения;
- необходимая достаточность и максимально возможное использование сил, средств и ресурсов при определении объема и содержания защитных мероприятий;
- планирование и реализация мероприятий на всех стадиях жизненного цикла организации – от проектирования до вывода ее из эксплуатации.

Учитывая сформулированные цели, задачи и принципы, систему управления комплексной защитой целесообразно представить как совокупность объектов органов управления, сил, средств и ресурсов, обеспечивающих планирование, организацию и реализацию существенных мер, необходимых для устойчивого функционирования организаций в условиях ЧС мирного и военного времени, а также направленных на снижение риска возникновения диверсий, воздействия обычных средств поражения.

Авторская модель системы управления комплексной защитой в организациях, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени, представлена на рисунке 2.

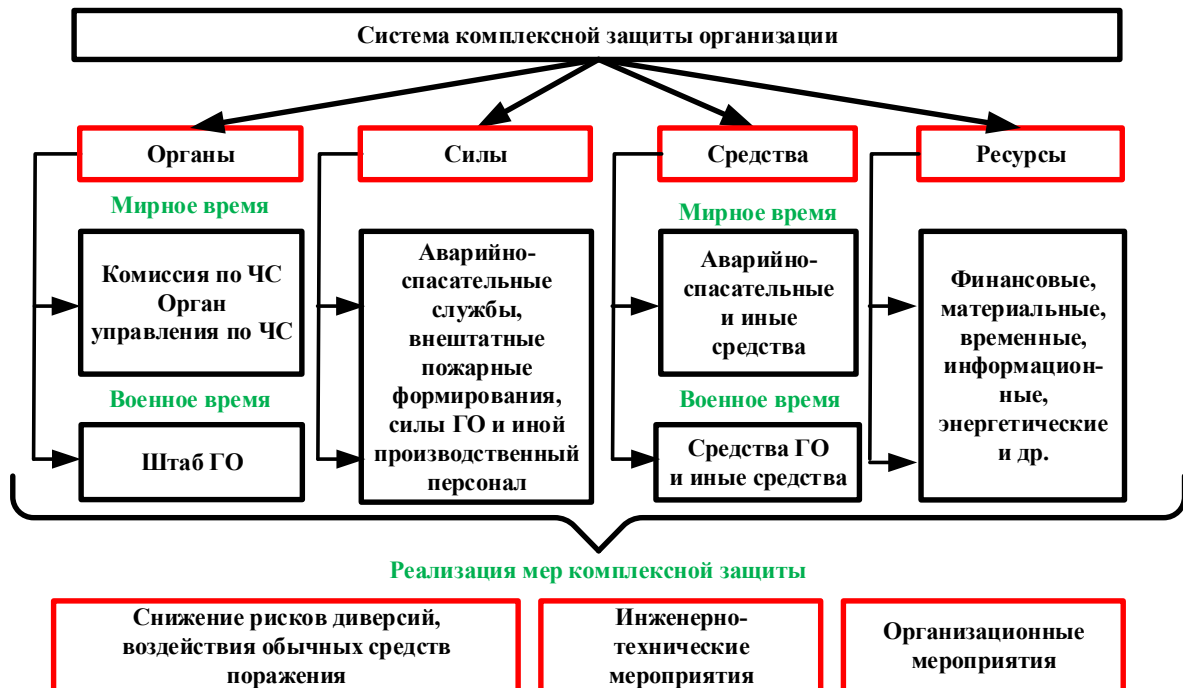


Рисунок 2. – Система управления комплексной защитой в организациях, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени

Как следует из модели (рис. 2), меры комплексной защиты объединены тремя основными направлениями:

- снижение рисков диверсий, воздействия обычных средств поражения;
- инженерно-технические мероприятия;
- организационные мероприятия.

Первая группа мероприятий обеспечивает:

- снижение вероятности обнаружения объекта силами и средствами вероятного противника;
- ограничение распространения сведений, имеющих целевую привлекательность, осуществимость и эффективность для вероятного нападения либо атаки;
- активное противодействие применению обычных средств поражения.

Вторая группа мероприятий направлена на обеспечение физической устойчивости объектов и элементов организации, а также защиту ее работников в условиях применения обычных средств поражения, а также при возникновении ЧС. Группа содержит мероприятия активной и пассивной защиты.

Под активной защитой авторы понимают специальные технические средства (комплексы технических средств, устройств) и решения, предназначенные для выявления источников природной, техногенной, террористической и военной угрозы, оповещения работников о ЧС, доведения сигналов ГО, а также подавления либо ограничения распространения поражающих факторов в результате ЧС и применения обычных средств поражения.

Пассивная защита представляет собой совокупность конструктивных, объемно-планировочных и архитектурно-строительных решений, обеспечивающих предотвращение либо снижение интенсивности воздействия поражающих факторов ЧС и обычных средств поражения. Отличительной особенностью пассивной защиты является ее функциональная независимость от действий человека и командных импульсов автоматических и автоматизированных устройств.

Мероприятия пассивной защиты предусматривают:

- устройство физических барьеров, исключающих либо препятствующих распространению поражающих факторов ЧС и обычных средств поражения;
- удаление объектов от источников вероятной опасности на расстояния, при которых исключаются либо минимизируются риски их поражения;
- уменьшение высоты и плотности застройки, предусматривающей удаление объектов друг относительно друга с целью исключения распространения вторичных поражающих факторов, а также для осуществления защитных мероприятий, в том числе проведения аварийно-спасательных работ и эвакуационных мероприятий;
- резервирование и дублирование основных элементов транспортной, инженерной и технологической инфраструктуры, существенно влияющих на решение организационных, производственных и технологических задач.

Третья группа мероприятий направлена на подготовку к определенному порядку (алгоритму) поведения и действиям должностных лиц, иных работников организаций при угрозе и возникновении ЧС, а также опасностей военного характера.

Следует отметить, что ряд мероприятий не представляется возможным соотнести лишь с одной группой защитных мер, что обуславливается их взаимозависимостью. Поэтому преобладающая роль того либо иного мероприятия для соответствующей группы определялась эмпирически, на основе сложившейся системы экспертных предпочтений.

На рисунке 3 представлены сформулированные и обобщенные направления и вероятные связанные мероприятия комплексной защиты. Основными линиями обозначены связи с ведущими направлениями, штриховыми – со смежными.

Ключевыми объектно-ориентированными критериями комплексной защиты в авторской модели являются две базовые категории: «ранг и уровень значимости организации по

ГО», «зона опасности». Процедура определения ранга и уровня значимости называется ранжированием, а зоны (зон) опасности – зонированием [8].

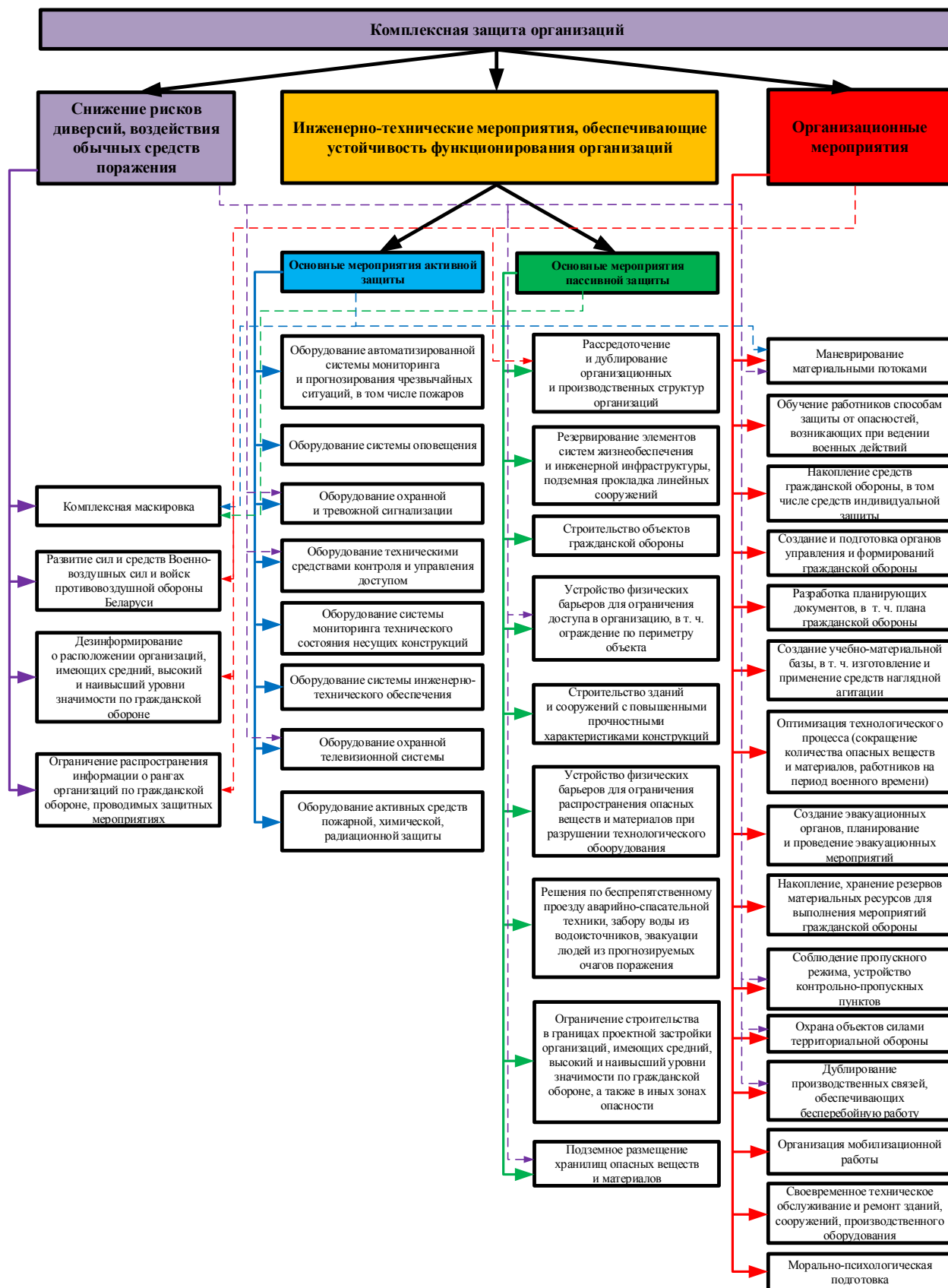


Рисунок 3. – Иерархическая модель системы мероприятий, обеспечивающих комплексную защиту организаций, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени

Вопросы ранжирования и зонирования детально рассмотрены в наших работах [3; 7; 8]. Здесь же сформулирован ряд предложений по дальнейшему совершенствованию указанных процедур. По мнению авторов, зонирование и ранжирование позволит обеспечить более дифференцированное и рациональное планирование и использование ресурсов, осуществление защитных мер как в период заблаговременной подготовки государства к ведению ГО, так и непосредственно при введении в стране военного положения.

Кроме того, в указанных публикациях утверждается, что помимо ранжирования и зонирования в основу комплексной защиты должен быть положен ряд принципиальных положений.

Однако указанные ранее принципы первого уровня для этой цели непригодны, т. к. они определяют лишь направления управленческой деятельности в сфере защиты, общие подходы к построению системы управления защитными мероприятиями. Поэтому в предлагаемой модели реализации комплексной защиты (рис. 1) предусмотрен еще один элемент, содержащий общие положения, – принципы второго уровня, которые относятся к разработке и проектированию защитных мероприятий и прежде всего инженерно-технических (далее – ИТМ ГО), как наиболее затратных.

В концентрированном виде в действующем национальном законодательстве в области технического нормирования и стандартизации такие принципы явным образом не определены. Поэтому происходит их подмена и растворение в общем своде норм, правил и положений.

По мнению авторов, указанное обстоятельство является одной из причин появления паралогизмов при определении технических требований уполномоченными должностными лицами в сфере ГО. Ведь только благодаря принципиальным установкам возможно системно оценить необходимость и эффективность предлагаемых к реализации защитных мероприятий (по материалам учебно-методических сборов с должностными лицами органов управления ГСЧС и ГО, проходивших 29–30 ноября 2018 г. и 20 ноября 2019 г.). Кроме того, в ходе непосредственной разработки проектной документации, а также ее экспертизы нередко встречаются ошибочные заключения и решения как со стороны проектных организаций, так и со стороны должностных лиц РУП «Главгосстройэкспертиза» [4; 9].

В работе [4] отмечается, что сегодня вопросы проектирования требуют определенных разъяснений, выработки общих взглядов как на структуру, так и на содержание проектной документации. При этом общие взгляды должны быть у Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, реализующего государственную политику в области архитектуры и строительства, проектных и экспертных организаций, а также должностных лиц, осуществляющих надзор в сфере защиты населения и территории от ЧС, ГО. Согласившись и пролонгировав данное утверждение, добавим, что общие взгляды невозможно сформировать без системы ценностных ориентиров, к которым как раз и относятся принципы реализации мероприятий комплексной защиты.

В Республике Беларусь основным техническим нормативным правовым актом (далее – ТНПА), содержащим и определяющим требования к проектированию и разработке ИТМ ГО, является ТКП 112-2011 «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны»⁴.

⁴ Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны = Інжынерна-тэхнічныя мерапрыемства грамадзянскай абароны: ТКП 112-2011. – Введ. 22.12.2011 г. – Минск: МЧС, 2011. – 27 с.

Кроме того, ряд нормативных предписаний содержится в положениях ТКП 260-2010⁵, ТКП 311-2011⁶, ТКП 369-2012⁷, ТКП 45-3.02-231-2011⁸.

При этом следует отметить, что в соответствии с действующим законодательством (ст. 21 Закона Республики Беларусь о техническом нормировании и стандартизации⁹; п. 3 Декрета Президента Республики Беларусь о развитии предпринимательства¹⁰) технические кодексы установившейся практики являются обязательными для соблюдения субъектами хозяйствования только при ссылке на них в законодательных актах, технических регламентах, иных нормативных правовых актах Совета Министров Республики Беларусь.

По состоянию на декабрь 2019 г. в законодательных и нормативных правовых актах Правительства Республики Беларусь ссылок на ТКП 112-2011 и другие приведенные ТНПА не содержится, что позволяет их отнести к обязательным для соблюдения субъектами хозяйствования, только если сами субъекты хозяйствования в добровольном порядке заявили об обязательности их соблюдения.

Однако вполне очевидно, что «обеспечение устойчивого функционирования экономики и ее отдельных объектов, коммуникаций и систем жизнеобеспечения населения в военное время» (ст. 4 Закона Республики Беларусь о гражданской обороне¹¹), а также реализация механизма «совершенствования требований по обеспечению безопасности функционирования организаций» (гл. 3 постановления Совета Министров Республики Беларусь от 9 декабря 2013 г. № 1051 «Об утверждении основных направлений реализации государственной политики в области гражданской обороны») невозможно эффективно осуществлять без обязательных требований в сфере градостроительства и строительства. По мнению авторов, добровольный характер ИТМ противоречит принципу государственной политики в области ГО, согласно которому выполнение соответствующих мероприятий по защите населения и территорий от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, осуществляется заблаговременно в мирное время с учетом совершенствования средств вооруженной борьбы и средств защиты населения от опасностей, возникающих при ведении военных действий.

Кроме того, ст. 5 Закона Республики Беларусь об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь¹² закреплено, что «разработка градостроительной документации и проектной документации, застройка населенных пунктов,

⁵ Приспособление объектов коммунально-бытового назначения для санитарной обработки людей, специальной обработки одежды и подвижного состава автотранспорта = Прыстасаванне аб'ектаў камунальна-бытавога прызначэння для санітарнай апрацоўкі людзей, адмысловай апрацоўкі вопраткі і рухомага складу аўтатранспарту: ТКП 260-2010. – Введ. 22.09.2010 г. – Минск: МЧС, 2010. – 21 с.

⁶ Световая маскировка. Общие положения = Светлавая маскіроўка. Агульныя палажэнні: ТКП 311-2011. – Введ. 17.02.2011 г. – Минск: МЧС, 2011. – 11 с.

⁷ Порядок разработки и состав раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» в градостроительных проектах и проектной документации на строительство = Парадак распрацоўкі і склад раздзела «Інжынерна-тэхнічныя мерапрыемствы грамадзянскай абароны. Мерапрыемствы па папярэджанні надзвычайных сітуацый» у горадабудаўнічых праектах і праектнай дакументацыі на будаўніцтва: ТКП 369-2012 – Введ. 10.01.2012 г. – Минск: МЧС, 2012. – 27 с.

⁸ Защитные сооружения гражданской обороны. Нормы проектирования = Ахоўныя будынкі грамадзянскай абароны. Нормы праектавання: ТКП 45-3.02-231-2011. – Введ. 17.05.2011 г. – Минск: МЧС, 2011. – 123 с.

⁹ О техническом нормировании и стандартизации [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 5 янв. 2004 г., № 262-З // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

¹⁰ О развитии предпринимательства [Электронный ресурс]: Декрет Президента Респ. Беларусь, 23 нояб. 2017 г., № 7 // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

¹¹ См. сноску 1.

¹² Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 5 июля 2004 г., № 300-З // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

строительство объектов должны осуществляться с соблюдением требований законодательства в области гражданской обороны».

В связи с этим целесообразно обратить внимание на технический регламент ТР 2009/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность»¹³, который был утвержден постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1748 от 31 декабря 2009 г. Принятие этого регламента стало важнейшим этапом интеграции Республики Беларусь в европейскую систему нормирования. На момент принятия он был гармонизирован с действовавшей на территории Европейского союза Директивой 89/106/ЕЕС.

С введением в действие ТР 2009/013/ВУ полностью изменилась модель системы технического нормирования и стандартизации в строительстве. Вместо существовавшего подхода, когда требования всех ТНПА, касающиеся проектирования, строительства были обязательны для соблюдения, субъектам строительной деятельности предоставлено право выбора способа обеспечения безопасности. При этом количество обязательных при проектировании и строительстве мероприятий ограничено существенными требованиями, идентичными действующему в странах ЕС подходу: безопасность в ЧС природного и техногенного характера, пожарная безопасность, охрана труда, производственная санитария, механическая прочность и устойчивость, энергоэффективность.

К сожалению, инженерно-технические мероприятия ГО, являющиеся элементами безопасности организаций в условиях военного времени, в содержание базовых требований не вошли, а защита людей, инфраструктуры организаций от вероятного применения обычных средств поражения, диверсий в контексте ТР 2009/013/ВУ не рассматривается, что может повлечь снижение защищенности населения и территории при разработке, реализации проектной документации, а также дальнейшей эксплуатации объектов. По мнению авторов, одной из причин такого подхода могло стать отсутствие на момент разработки технического регламента четких принципов относительно ИТМ ГО, которые позволяли ли бы их рассматривать в контексте требований безопасности.

Таким образом, необходимость в выработке и обобщении принципов ИТМ ГО, а также подготовка соответствующего нормативного правового акта, содержащего эти принципы, сегодня объективно существует. При этом следует отметить, что подобный механизм на практике уже однажды был реализован. Так, в советский период появлению норм проектирования ИТМ ГО предшествовало принятие 4 ноября 1963 г. постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мероприятиях по защите населения страны от оружия массового поражения»¹⁴, которое принято было называть Основными принципами защиты населения. Документ, в частности, не только определял перечень этих принципов, но и указывал на необходимость разработки соответствующих норм проектирования, имеющих обязательный характер для всей страны.

Кроме того, сегодня объективно следует исходить еще и с позиции новых обстоятельств, обусловленных развитием в стране прогрессивной системы технического нормирования, переходом к гибким, упрощенным нормам, позволяющим применять при строительстве современные технологии и материалы.

Так, в 2019 г. Указом Президента Республики Беларусь «О строительных нормах и правилах»¹⁵ определены новые виды ТНПА:

¹³ Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность = Будынкі і збудаванні, будаўнічыя матэрыялы і вырабы. Бяспека: ТР 2009/013/ВУ. – Введ. 01.08.2010 г. – Минск: Госстандарт, 2015. – 31 с.

¹⁴ О мероприятиях по защите населения страны от оружия массового поражения [Электронный ресурс]: постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР, 4 нояб. 1963 г., № 1132-416 // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

¹⁵ О строительных нормах и правилах [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 5 июня 2019 г., № 217 // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

- строительные нормы Республики Беларусь, содержащие обязательные для применения требования в области безопасности зданий и сооружений;
- строительные правила Республики Беларусь, определяющие способы выполнения строительных норм и применяемые на добровольной основе.

В целях обеспечения защиты от ЧС природного и техногенного характера в строительных нормах устанавливаются обязательные для соблюдения требования в области архитектурной, градостроительной и строительной деятельности при градостроительном планировании, размещении объектов строительства и застройке территорий, проектировании и строительстве зданий и сооружений.

По мнению авторов, принципы ИТМ ГО, направленные на повышение способности объектов сохранять свои функциональные возможности при воздействии дестабилизирующих факторов в условиях мирного и военного времени, должны стать основой при разработке соответствующих норм и правил.

В настоящее время завершается работа по подготовке проекта постановления Совета Министров Республики Беларусь «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны (защиты)». При этом основу нормативного правового акта, по мнению авторов, должны составлять принципы ИТМ ГО – правовые категории, являющиеся императивами для разработки нормативных предписаний.

Закрепление принципиальных положений позволит:

- формировать общий подход и требования к осуществлению защитных мероприятий;
- определять тенденцию развития нормативных предписаний и их систематизацию;
- ограничивать правовые отношения нормативными рамками;
- оказывать помощь должностным лицам в применении норм, а также решении задач, не урегулированных действующими требованиями;
- сопоставлять национальные подходы и требования к осуществлению ИТМ с подходами и требованиями других государств благодаря отпавным положениям.

С учетом современного взгляда на характер мероприятий, обеспечивающих реализацию положений законодательства в сфере ГО, имеющегося практического опыта разработки раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» в градостроительных проектах и проектной документации на строительство, стратегий развития генеральных планов городов и иных населенных пунктов в Республике Беларусь целесообразно нормативно закрепить следующие принципы ИТМ ГО:

- заблаговременное проведение ИТМ ГО;
- планирование и разработка ИТМ ГО с учетом характера современных военных конфликтов, положений военной доктрины;
- дифференцированное осуществление ИТМ ГО в зависимости от уровня значимости организаций и территорий по ГО, а также с учетом зонирования территорий по степени опасности, времени осуществления (мирное время, период нарастания военной угрозы, военное положение);
- реконструкция и техническое перевооружение организаций без увеличения общего количества опасных веществ и материалов в технологическом процессе;
- ограничение строительства промышленных объектов и объектов с массовым пребыванием людей в зонах повышенной опасности;
- приоритет групповому размещению промышленных объектов (формирование промышленных узлов);
- ограничение плотности застройки, плотности населения, высоты зданий и сооружений в городской и промышленной зонах;
- приоритетное развитие интегрированных систем безопасности;
- развитие ландшафтно-рекреационных территорий в городской черте;

- кольцевая прокладка линейных объектов транспортной, инженерной и коммунальной инфраструктуры (транспортные магистрали, магистральные сети электро-, газо-, тепло-, водоснабжения, канализации и т. д.);
- резервирование элементов и объектов систем жизнеобеспечения населения и транспортной инфраструктуры;
- преимущественное удаление организаций, имеющих важное оборонное и экономическое значение, опасных производственных объектов от границ проектной застройки населенных пунктов;
- проектирование и строительство подземных объектов инженерной инфраструктуры с учетом их двойного назначения (защита населения в условиях ЧС и от опасностей, возникающих в ходе военных действий или вследствие этих действий);
- равная устойчивость ко всем поражающим факторам (доведение защиты зданий, сооружений и оборудования до такого целесообразного уровня, при котором выход из строя от поражающих факторов может возникнуть на одинаковом расстоянии. При этом защита от одного поражающего фактора является определяющей).

После нормативного закрепления указанных принципов может осуществляться переход к очередному этапу – разработке нормативов и определению порядка реализации мероприятий комплексной защиты.

Заключение

В исследовании [10] отмечается, что в области обороноспособности государства ГО выполняет три важнейшие функции:

- оборонную (решение проблем сохранения людских ресурсов и военно-экономического потенциала страны);
- социальную (обеспечение защиты и жизнедеятельности населения, спасение и оказание помощи пораженным и пострадавшим);
- экономическую (сохранение объектов, необходимых для устойчивого функционирования экономики страны и выживания населения в военное время, защита материальных и культурных ценностей, снижение опасности образования вторичных поражающих факторов в условиях войны).

Мероприятия комплексной защиты во многом позволяют определить и систематизировать способы реализации указанных функций. В исследовании представлен авторский взгляд на содержание понятия «комплексная защита», предложены порядок ее реализации и соответствующая система управления комплексной защитой, разработана иерархическая модель системы мероприятий, обеспечивающих защиту организаций, подлежащих переводу на работу в условиях военного времени.

Кроме того, в работе не только обосновывается необходимость нормативного закрепления принципов, на основании которых, по мнению авторов, будет осуществляться процесс реализации защитных мероприятий, но и предлагается непосредственно перечень этих принципов.

Полагаем, что дальнейшие исследования в этом направлении могут быть направлены на уточнение нормативных правовых актов и порядка реализации защитных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долгин, Н.Н. Теория гражданской обороны / Н.Н. Долгин // Гражданская защита: энциклопедия: в 4 т. / под общ. ред. В.А. Пучкова. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. – Т. 4 (Т–Я). – С. 23.
2. Карпиленя, Н.В. Военная доктрина как научно-теоретическая основа совершенствования гражданской обороны / Н.В. Карпиленя, А.Д. Булва // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 2 – С. 178–194. DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-2.178.

3. Ласута, Г.Ф. Методика ранжирования организаций в интересах гражданской обороны с использованием метода анализа иерархий / Г.Ф. Ласута, Н.В. Карпиленя, А.Д. Булва // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 3. – С. 301–313. DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-3.301.
4. Булва, А.Д. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны и мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций в составе проектной документации / А.Д. Булва, В.А. Панасевич // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 256–268. DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-2.256.
5. Махутов, Н.А. Повышение устойчивости функционирования объекта / Н.А. Махутов // Гражданская защита: энциклопедия: в 4 т. / под общ. ред. В.А. Пучкова. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. – Т. 3 (П–С). – С. 68–69.
6. Егорова, Т.В. Словарь иностранных слов современного русского языка / Т.В. Егорова – М.: «Аделант», 2014. – 800 с.
7. Булва, А.Д. Методика определения ранга организаций для дифференцированного планирования мероприятий гражданской обороны / А.Д. Булва // Технологии гражданской безопасности. – 2019. – Т. 16, № 2 (60). – С. 70–78.
8. Булва, А.Д. Концептуальные подходы к зонированию территорий по степени опасности / А.Д. Булва, Н.В. Карпиленя, А.В. Лебедин // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 4. – С. 420–437.
9. Булва, А.Д. Методические аспекты подготовки разрешительной документации при проектировании инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций / А.Д. Булва, Д.А. Антипенко // Совершенствование Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны Российской Федерации на современном этапе: сборник трудов секции № 1 XXIX Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 21 марта 2019 г. / ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2019. – С. 8–16.
10. Воробьев, Ю.Л. Современные войны и гражданская оборона / Ю.Л. Воробьев // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2012. – № 1. – С. 791–810.

**Комплексная защита организаций, подлежащих переводу на работу
в условиях военного времени**

**Integrated protection of organizations which have to be transferred
for working under war conditions**

Булва Александр Дмитриевич

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра гражданской
защиты, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: bulva@list.ru
ORCID: 0000-0001-9887-8759

Aleksandr D. Bulva

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Civil Protection, Associate Professor

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: bulva@list.ru
ORCID: 0000-0001-9887-8759

Безносик Евгений Анатольевич

Министерство по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь, отдел планирования
и организации ГСЧС и ГО,
главный специалист

Адрес: ул. Революционная, 5,
220030, г. Минск, Беларусь
e-mail: ftkdor@tut.by

Evgeniy A. Beznosik

The Ministry for Emergency Situations
of the Republic of Belarus, Department
of Planning and Organization of the State Emer-
gency Service and Civil Defense,
Chief Specialist

Address: ul. Revolyutsionnaya, 5,
220030, Minsk, Belarus
e-mail: ftkdor@tut.by

Лебедкин Александр Владимирович
доктор военных наук, профессор

Государственное учреждение «Научно-
исследовательский институт Вооруженных
Сил Республики Беларусь»,
главный научный сотрудник

Адрес: ул. Славинского, 4/3,
220103, г. Минск, Беларусь
e-mail: niivs@mod.mil.by

Aleksandr V. Lebedkin

Grand PhD in Military Sciences, Professor

State Establishment «Scientific Research Institute
of the Armed Forces of the Republic of Belarus»
Chief Researcher

Address: ul. Slavinskogo, 4/3,
220103, Minsk, Belarus
e-mail: niivs@mod.mil.by

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.59>

INTEGRATED PROTECTION OF ORGANIZATIONS WHICH HAVE TO BE TRANSFERRED FOR WORKING UNDER WAR CONDITIONS

Bulva A.D., Beznosik E.A., Lebedkin A.V.

Purpose. The purpose of the article is to develop a model, structure and principles for the implementation of integrated protection of the organizations which have to be transferred for working under war conditions.

Methods. General scientific research methods are used: induction and deduction, analysis and synthesis, comparison and generalization, analogy.

Findings. A procedure was developed for implementing integrated protection in organizations that continue to work in wartime; a hierarchical model of the protection system was proposed, the principles of the implementation of protective measures were formulated.

Application field of research. The result of the study is the contribution to the development of the theory of civil defense; it can be used in processing the requirements of technical regulatory legal acts in terms of clarifying the principles of the implementation of protective measures in organizations that would continue to work under wartime conditions, the structure and management system of integrated protection in organizations.

Keywords: wartime, civil defense, engineering and technical measures, comprehensive protection, management, stability.

(The date of submitting: January 20, 2020)

REFERENCES

1. Dolgin N.N. Teoriya grazhdanskoy oborony [Civil defense theory]. *Civil protection: encyclopedia in 4 parts*. Ed. by V.A. Puchkov. Moscow: Institute for Civil Defence and Emergencies, 2015. Part 4. Pp. 23. (rus)
2. Karpilenya N.V., Bulva A.D. Voennaya doktrina kak nauchno-teoreticheskaya osnova sovershenstvovaniya grazhdanskoy oborony [Military doctrine as a scientific and theoretical basis for the improvement of civil defense]. *Journal of Civil Protection*, 2019. Vol. 3, No. 2. Pp. 178–194. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-2.178.
3. Lasuta G.F., Karpilenya N.V., Bulva A.D. Metodika ranzhirovaniya organizatsiy v interesakh grazhdanskoy oborony s ispol'zovaniem metoda analiza ierarkhiy [Ranking methodology of organizations for benefit of civil defense using the method of hierarchies]. *Journal of Civil Protection*, 2019. Vol. 3, No. 3. Pp. 301–313. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-3.301.
4. Bulva A.D., Panasevich V.A. Inzhenerno-tehnicheskie meropriyatiya grazhdanskoy oborony i meropriyatiya po preduprezhdeniyu chrezvychaynykh situatsiy v sostave proektnoy dokumentatsii [Engineering and technical activities of civil defense and emergency prevention activities in the composition of design documentation]. *Journal of Civil Protection*, 2018. Vol. 2, No. 2. Pp. 256–268. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-2.256.
5. Makhutov N.A. Povyshenie ustoychivosti funktsionirovaniya ob"ekta [Improving the stability of the operation]. *Civil protection: encyclopedia in 4 parts*. Ed. by V.A. Puchkov. Moscow: Institute for Civil Defence and Emergencies, 2015. Part 3. Pp. 68–69. (rus)
6. Egorova T.V. *Slovar' inostrannykh slov sovremennogo russkogo yazyka* [Dictionary of foreign words of the modern Russian language]. Moscow: Adelant, 2014. 800 p. (rus)
7. Bulva A.D. Metodika opredeleniya ranga organizatsiy dlya differentsirovannogo planirovaniya meropriyatiy grazhdanskoy oborony [Method of determining the rank of organizations for the differentiated planning of civil defense activities]. *Journal of Civil Security Technology*, 2019. Vol. 16, No. 2. Pp. 70–78. (rus)
8. Bulva A.D., Karpilenya N.V., Lebedkin A.V. Kontseptual'nye podkhody k zonirovaniyu territoriy po stepeni opasnosti [Conceptual approaches to zoning of territories by the degree of danger]. *Journal of Civil Protection*, 2019. Vol. 3, No. 4. Pp. 420–437. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-4.420.
9. Bulva A.D., Antipenko D.A. Metodicheskie aspekty podgotovki razreshitel'noy dokumentatsii pri proektirovanii inzhenerno-tehnicheskikh meropriyatiy grazhdanskoy oborony i meropriyatiy po

- preduprezhdeniyu chrezvychaynykh situatsiy [Methodological aspects of the preparation of the permissive documentation and for the development of technical measures for civil defense and measures for emergencies prevention]. *Proc. Intern. scientific-practical conf. «Prevention. Rescue. Help»*, Moscow, March 21, 2019. Civil Defence Academy EMERCOM of Russia, 2019. Pp. 8–16. (rus)
10. Vorob'ev Yu.L. Sovremennye voyny i grazhdanskaya oborona [Modern wars and civil defense]. *Civil Protection Strategy: Issues & Research*, 2012. No. 1. Pp. 791–810. (rus)

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.74>

УДК 351.861:35.08

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНОЙ И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМОЙ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Панасевич В.А., Лебедкин А.В., Мурзич И.К., Бузин Н.Е.

Цель. Разработать предложения по повышению эффективности функционирования органов управления по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне.

Методы. Использованы общенаучные методы исследования: анализ, сравнение и обобщение.

Результаты. Определен качественный и количественный состав органов управления по ЧС и ГО на объектовом уровне, разработаны предложения по совершенствованию нормативных правовых актов, регламентирующих их деятельность. Разработаны проект контингента структурных подразделений, обеспечивающих выполнение задач в области защиты организаций от ЧС и ГО, квалификационные требования для специалистов, назначенных для исполнения обязанностей в области защиты организации от ЧС и ГО.

Область применения исследований. Результаты исследования могут быть использованы при внесении изменений и дополнений в нормативные правовые акты, регулирующие порядок создания органов управления по ЧС и ГО.

Ключевые слова: государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, гражданская оборона, органы управления по чрезвычайным ситуациям, органы управления по гражданской обороне.

(Поступила в редакцию 31 января 2020 г.)

Введение

Ежегодно в университете гражданской защиты МЧС Беларуси по образовательным программам повышения квалификации в области защиты населения и территорий от ЧС и ГО обучается около 1500 слушателей различных категорий. Одна из важнейших – работники организаций с количеством работающих 300 и более человек, обеспечивающие выполнение мероприятий ГО и задач в области защиты населения и территорий от ЧС.

Данные работники наделены статусом органа управления по ЧС и ГО на объектовом уровне. Именно от их квалификации, знаний и умений будет во многом зависеть полнота и качество реализуемых в организациях мероприятий в области государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ГСЧС) и ГО.

Начиная с 2015 г. и по настоящее время при формировании учебных групп данной категории слушателей стала прослеживаться устойчивая тенденция ежегодного снижения процента штатных работников организаций, занимающихся исключительно решением задач ГСЧС и ГО – с 45 до 31 % от общего количества обучаемых, и соответственно, отмечен рост количества специалистов, исполняющих задачи ГСЧС и ГО, совмещая их со своей основной трудовой функцией, – с 55 до 69 %.

В статье опубликованы результаты работы по определению причин появления кадрового дефицита. Проведено детальное изучение нормативных правовых актов, регламентирующих создание органов управления по ЧС и ГО в организациях, изучен их качественный и количественный состав с целью разработки предложений и рекомендаций по совершенствованию системы управления ГСЧС и ГО. Исследования проведены в рамках работы научной школы «Научное обеспечение гражданской защиты».

Основная часть

Для анализа качественного и количественного состава органов управления по ЧС и ГО была изучена база слушателей Университета гражданской защиты МЧС Беларуси (954 человека), проходивших повышение квалификации по учебной программе «Защита от чрезвычайных ситуаций» в период с 2016 по 2019 г. Детально рассмотрены учебные группы, в которых проходили обучение обеспечивающие выполнение мероприятий ГО и задач в области защиты населения и территорий от ЧС работники организаций с количеством работающих 300 и более человек.

Результаты исследования свидетельствуют, что работников организаций, обеспечивающих выполнение мероприятий ГО и задач в области защиты организации от ЧС, условно можно разделить на две категории:

- 1) специально назначенные для этих целей штатные работники по защите от ЧС и ГО;
- 2) работники, совмещающие обеспечение выполнения мероприятий ГО и задач в области защиты организации от ЧС со своими основными трудовыми функциями, – работники по совместительству.

Анализ имеющихся данных показал, что более 70 % организаций республики не имеют специально назначенных штатных работников по защите от ЧС и ГО, и лишь третья часть сохраняет их в своем штатном расписании (рис. 1).



Рисунок 1. – Наличие штатных работников по защите от ЧС и ГО в организациях с количеством работающих 300 и более человек

Институт штатных работников по защите от ЧС и ГО в целом сохранен только в пяти отраслях: здравоохранение, промышленность, нефтехимический и энергетический блоки, организации ГО «Белорусская железная дорога». Доля штатных работников в иных отраслях имеет тенденцию стабильного ежегодного снижения (рис. 2).

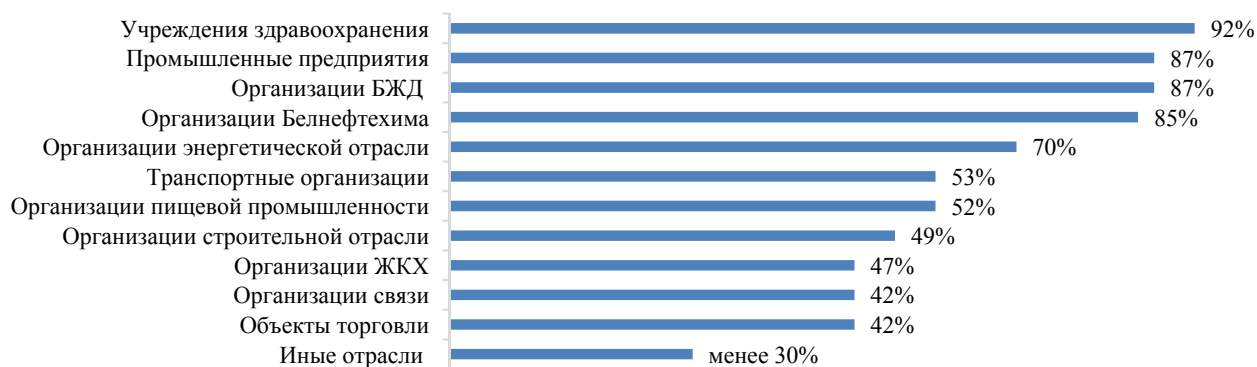


Рисунок 2. – Доля штатных работников по защите от ЧС и ГО от общего количества работников отрасли, уполномоченных исполнять обязанности по вопросам ГСЧС и ГО

Перечень должностей штатных работников по защите от ЧС и ГО содержит 9 наименований. Титульной должностью или абсолютным лидером по количеству (52 %) является должность советского периода – начальник штаба ГО. Необходимо отметить, что применение такого наименования должности на объектовом уровне некорректно, т. к. действующее законодательство не предусматривает создания штабов ГО в организациях.

Причина большого разброса и многовариантности в должностях скрыта в трудовом законодательстве.

Общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Занятия»¹ (ОКРБ 014-2017) и единый квалификационный справочник должностей служащих² (ЕКСД) не содержат конкретного наименования должности служащего, обеспечивающего выполнение задач в области защиты от ЧС и ГО. Отсутствие конкретного наименования приводит к вольной трактовке кадровыми органами этой должности в различных отраслях и организациях республики, что подтверждается проведенным анализом качественного состава должностей штатных работников по защите от ЧС и ГО (рис. 3).

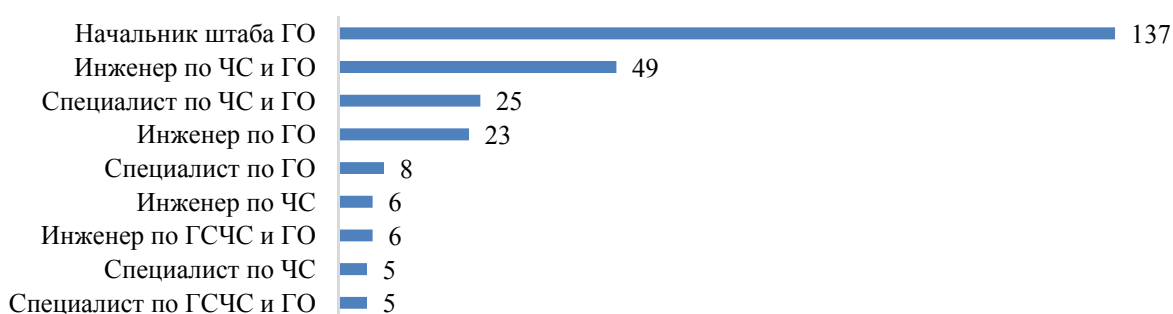


Рисунок 3. – Анализ качественного состава должностей штатных работников по защите от ЧС и ГО организаций

Также установлено, что рабочие и служащие более 60 должностей и профессий совмещают выполнение задач в области защиты организации от ЧС и обеспечивают выполнение мероприятий ГО со своими основными трудовыми функциями. В ходе исследований установлена классификация данных специалистов путем разделения их на 4 группы с общим признаком – основная трудовая функция (рис. 4).



Рисунок 4. – Качественный состав должностей работников, совмещающих выполнение задач в области защиты организации от ЧС и обеспечивающих выполнение мероприятий ГО со своими основными трудовыми функциями

¹ Об утверждении Общегосударственного классификатора Республики Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Мин-ва труда и соц. защиты Респ. Беларусь, 24 июля 2017 г., № 33 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.

² Об утверждении общих положений единого квалификационного справочника должностей служащих [Электронный ресурс]: постановление Мин-ва труда и соц. защиты Респ. Беларусь, 2 янв. 2012 г., № 1 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.

Сравнительный анализ учебных групп, представленных в таблице 1, показал, что среди работников по совместительству доминируют инженерные специальности (группы А и Б), в которых со значительным отрывом лидируют инженеры по охране труда (241 человек из 315). Тем не менее квалификация ряда представленных должностей и профессий вызывает определенные сомнения в их возможности компетентно исполнять трудовые функции штатных работников по защите от ЧС и ГО в достаточном объеме. Например, в группу Г (пятая часть от всей численности) включены должности работников, квалификация и условия труда которых, по мнению авторов, могут не позволить им выполнять в полном объеме функцию органов управления по ЧС и ГО, например, контролер на КПП, микробиолог, врач-терапевт, медстатистик, ревизор, техник-механик, электромеханик, слесарь-ремонтник и др.

Таблица 1. – Распределение работников по совместительству по группам

Наименование группы	Перечень должностей и профессий
Группа А. Инженеры, деятельность которых, связана с обеспечением технической безопасности организации	Инженер по охране труда, инженер по пожарной безопасности, инженер по промышленной безопасности, инженер по радиационной безопасности, инженер по охране окружающей среды
Группа Б. Иные инженерные специальности	Ведущий инженер, инженер по оборудованию, инженер эксплуатационно-технического отдела, инженер по охране и защите леса, инженер-энергетик, инженер-теплотехник, инженер-технолог, инженер-механик, инженер по технадзору, инженер по стандартизации и сертификации, инженер КИПиА, инженер по внедрению новой техники и технологий, инженер по безопасности движения, инженер по мобилизационной подготовке (работе)
Группа В. Руководители структурных подразделений, цехов, участков	Начальник охраны объекта, начальник аварийно-диспетчерской службы, начальник испытательного центра, начальник общетехнического отдела, начальник транспортного участка, начальник транспортной службы, начальник жилищного отдела, заместитель начальника цеха, заместитель начальника службы связи, заведующий ремонтными мастерскими, заведующий лабораторией, прораб, мастер локомотивного депо, старший мастер, мастер по содержанию зданий и сооружений, мастер участка тепловых сетей, научный сотрудник, специалист по технической укреплённости объектов
Группа Г. Иные специалисты и рабочие	Врач-терапевт, медстатистик, микробиолог, контролер на КПП, юрисконсульт, эколог, преподаватель, фельдшер, медицинская сестра, инспектор по кадрам, ревизор, методист, техник-механик, электромеханик, слесарь-ремонтник, инспектор, оператор ПЭВМ, специалист по труду и зарплате, специалист по кормопроизводству, специалист по комплектации, специалист по экономической безопасности

Анализ качественного состава работников по совместительству подтвердил наличие в организациях установившейся практики замещения штатных работников по защите от ЧС и ГО специалистами различных должностей и профессий. В большинстве организаций выполнение задач в области защиты от ЧС и ГО включаются в должностные обязанности инженера по охране труда, инженера по пожарной, промышленной, радиационной, экологической безопасности или иных служащих. Наличие такого широкого диапазона должностей и профессий работников по совместительству свидетельствует о наличии неопределенности в вопросе, какие служащие могут и способны заменить собой штатных работников по защите от ЧС и ГО. Данная неопределенность возникла из-за отсутствия требований к квалификации штатных работников по защите от ЧС и ГО.

Согласно общим положениям³ должностные обязанности работника по решению нанимателя могут предусматривать выполнение обязанностей, содержащихся в квалификационных характеристиках других должностей, близких по содержанию работ, равных по

³ См. сноску 2.

сложности и не требующих изменения квалификации служащего. Таким образом, невозможно в должностные обязанности инженера по пожарной безопасности или другого специалиста включить обязанности специалиста по защите от ЧС и ГО, т. к. сама должность и ее должностные обязанности в едином квалификационном справочнике должностей отсутствуют.

Тем не менее проблема кадровой неопределенности заключается не только в трудовом законодательстве, но и в несовершенстве основных нормативных правовых актов в области ГСЧС и ГО.

В настоящее время порядок назначения штатных работников по защите от ЧС и ГО определен двумя документами: Законом Республики Беларусь⁴ в части создания органов управления по ГО и постановлением Совета Министров Республики Беларусь⁵ в части создания органов управления по ЧС.

Данным постановлением определено, что в рамках ГСЧС в организациях в качестве органа управления по ЧС на объектовом уровне назначаются штатные (специально назначенные) работники в зависимости от количества работающих: при количестве работников от 600 до 3 тыс. чел. – 1, от 3 до 10 тыс. чел. – 2–3 (сектор), свыше 10 тыс. чел. – 3–4 (сектор или отдел). Таким образом, из положений документа следует необходимость создания штатной должности в организациях с количеством работающих 600 и более человек. Штатная должность предполагает включение ее в штатное расписание организации. Но постановление не регламентирует создания органов управления по ЧС в организациях с количеством работающих 599 человек и менее. Данный правовой пробел приводит к тому, что в крупных организациях (300 человек и более), имеющих в составе потенциально опасные объекты, в штатном расписании может отсутствовать должность служащего, выполняющего задачи в области защиты организации от ЧС.

Аналогичная проблема прослеживается при создании объектовых органов управления по ГО. Законом⁶ определено, что организации, подлежащие переводу на работу в условиях военного времени, создают объектовые органы управления по ГО. Ими являются структурные подразделения или работники организаций, обеспечивающие выполнение мероприятий ГО. Указано, что создание структурных подразделений и назначение работников осуществляются в порядке, определяемом законодательством Республики Беларусь. Данная формулировка предполагает разработку и утверждение подзаконного акта, определяющего данный порядок, но в настоящее время данный документ не разработан. Это не позволяет нанимателю и кадровым службам организаций осуществлять единый подход в вопросе создания объектовых органов управления по ГО. По установившейся практике в организациях трудовые функции по обеспечению выполнения мероприятий ГО включаются в должностные обязанности инженера по охране труда, инженера по пожарной, промышленной, радиационной, экологической безопасности или иных служащих.

Выводы. Анализ качественного и количественного состава органов управления по ЧС и ГО показал, что в организациях отсутствует единый подход к их формированию. Изучение нормативных правовых актов и проведенные исследования выявили ряд проблемных вопросов:

– во-первых, трудовое законодательство не содержит конкретного наименования должности служащего, обеспечивающего выполнение задач в области защиты от ЧС и ГО,

⁴ О гражданской обороне [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 27 нояб. 2006 г., № 183-З // Информационно-аналитическая поддержка бухгалтеров, юристов и руководителей от экспертов iLex. – Режим доступа: <https://ilex.by>. – Дата доступа: 17.12.2019.

⁵ О Государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 апр. 2001 г., № 495 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.

⁶ См. сноску 4.

как следствие, отсутствуют требования к квалификации и должностные обязанности таких работников;

– во-вторых, в организациях с количеством работающих 599 человек и менее предусмотрено законодательством назначение штатных работников, обеспечивающих выполнение задач в области ГО, однако порядок их назначения не установлен.

Предложения. Решение данных проблем заключается в совершенствовании нормативных правовых актов. Необходимо законодательно закрепить установившуюся практику совмещения одним работником организации двух органов управления – по ЧС и ГО. Для этого предлагается утвердить единый порядок создания данных органов управления и ввести единое унифицированное наименование должности для работника, исполняющего обязанности в области защиты организации от ЧС и ГО.

1. Министерство по чрезвычайным ситуациям, как специально уполномоченный государственный орган в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны имеет право внести предложения по включению в ОКРБ 014–2017⁷ наименования должности служащего «инженер по гражданской защите» (альтернативный вариант: «инженер по защите от ЧС и ГО») в качестве единой унифицированной должности для специалистов, назначенных для исполнения обязанностей в области защиты организации от ЧС и ГО. Для указанных специалистов возможно применить код начальной группы занятий 2149 «Специалисты-профессионалы в области техники, технологии, не вошедшие в другие начальные группы». Аналогично вносятся предложения по включению в ЕКСД⁸ квалификационной характеристики (обязанностей) для данной должности.

Опираясь на ранее проведенный анализ национального законодательства в области защиты населения и территорий от ЧС и ГО и возможные перспективы развития гражданской обороны [1; 2], в качестве модельного образца предлагается использовать проект квалификационной характеристики, разработанный авторами статьи и приведенный в таблице 2.

Таблица 2. – Квалификационная характеристика инженера по гражданской защите (инженера по защите от ЧС и ГО)

ЕКСД. Выпуск 1. «Должности служащих для всех видов деятельности» (код начальной группы занятий 2149).	
Инженер по гражданской защите (альтернативный вариант: инженер по защите от ЧС и ГО)	
Должностные обязанности	Анализирует возможную обстановку на объекте при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, при применении противником современных средств поражения. На основании анализа осуществляет планирование мероприятий по реагированию на чрезвычайные ситуации или угрозу их возникновения, по защите рабочих и служащих, материальных ценностей организации от опасностей военного времени. Организует разработку плана предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, плана гражданской обороны, плана основных мероприятий по подготовке органов управления и сил ГСЧС и гражданской обороны на очередной год и других документов в рамках ГСЧС и гражданской обороны, установленных законодательством. Представляет руководителю организации предложения по созданию в организации сил ликвидации чрезвычайных ситуаций, гражданских формирований гражданской обороны, оснащению их соответствующими средствами ликвидации чрезвычайных ситуаций и средствами гражданской обороны. Осуществляет организационное обеспечение деятельности объектовой комиссии по чрезвычайным ситуациям, эвакуационной комиссии. Разрабатывает план проведения эвакуационных мероприятий.

⁷ См. сноску 1.

⁸ См. сноску 2.

Продолжение таблицы 2

Должностные обязанности	Организует обучение руководителей и работников организации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и гражданской обороны. Организует проведение учений и тренировок. Контролирует содержание в исправном состоянии систем оповещения, средств ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны, защитных сооружений. Организует их учет, хранение и обслуживание. Представляет руководителю организации предложения по созданию резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций. Контролирует хранение, использование и восполнение указанных резервов. Обеспечивает выполнение и соблюдение требований нормативных правовых актов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны. Организует работу по содействию подразделениям по чрезвычайным ситуациям при ликвидации чрезвычайных ситуаций на территории организации. Участвует в аварийно-спасательных и других неотложных работах в рамках своей компетенции. Оказывает содействие государственным инспекторам по надзору за деятельностью по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций при проведении проверок на территории организации, контролирует правильность оформления документов по результатам проверок, дает объяснения, высказывает свои замечания по действиям инспекторов и оформлению документов. Представляет интересы организации в государственных органах, судах при рассмотрении дел о нарушении законодательства в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны
Должен знать	Нормативные правовые акты, другие руководящие и методические материалы и документы, регламентирующие деятельность в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны; нормы административного и уголовного законодательства, устанавливающего ответственность за нарушение законодательства в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны; техногенную опасность объектов, расположенных на территории организации, порядок отнесения организаций (территорий) к категориям (группам) по гражданской обороне; методики и правила разработки планирующих документов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны; правила контроля технического состояния средств гражданской обороны на соответствие нормативным требованиям; основные мероприятия по медицинской, инженерной, радиационной и химической (биологической) защите рабочих и служащих; методики проведения надзора за деятельностью по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций; основы делопроизводства, порядок и сроки составления отчетных и иных документов о реализации мероприятий по защите организации от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны; порядок работы со сведениями, составляющими государственную тайну, и служебной информацией ограниченного распространения
Квалификационные требования	Инженер по гражданской защите: высшее образование по соответствующему направлению без предъявления требований к стажу работы

2. Подготовить предложения по внесению изменений⁹ в постановление в части установления единого порядка назначения работников, обеспечивающих выполнение задач как в области защиты от ЧС, так и ГО.

Порядок назначения должен учитывать ключевые критерии: численность организации, потенциальную техногенную опасность организации, принадлежность организаций и населенных пунктов, в которых они расположены, к категориям и группам по гражданской обороне.

Кроме того, данный порядок должен иметь определенную гибкость. Необходимо понимать, что в современных экономических условиях и условиях оптимизации штатных структур организаций совмещение трудовых функций является одним из оптимальных способов решения кадровых проблем. Исходя из отраслевой принадлежности организации, ее

⁹ См. сноску 5.

численности и кадрового состава специалистов, техногенной опасности в нем должна быть предусмотрена возможность возлагать выполнение задач в области защиты организации от ЧС и ГО на служащих с инженерными специальностями помимо их основных трудовых функций. Целесообразно также включить в него норму, разрешающую нанимателю при наличии соответствующего обоснования (например, при отсутствии в организации специалистов инженерных специальностей) отступать от указанных требований по согласованию с соответствующими органами по ЧС (территориальные управления МЧС, районные (городские) отделы по ЧС). В качестве модельного образца контингента структурных подразделений, обеспечивающих выполнение задач в области защиты организаций от ЧС и ГО, предлагается использовать разработанный авторами статьи проект (таб. 3).

Таблица 3. – Предложения по контингенту структурных подразделений, обеспечивающих выполнение задач в области защиты организаций от ЧС и ГО

Общее количество работников организации, чел.	Контингент структурного подразделения, обеспечивающего выполнение задач в области защиты организаций от ЧС и ГО	
	Количественный состав, чел.	Качественный состав (должности работников)
1. Организации, подлежащие переводу на работу в условиях военного времени		
1.1. Организации, отнесенные к 1-й категории по ГО, независимо от места расположения		
Не менее 10 000	3–4 (сектор или отдел)	начальник сектора/отдела по гражданской защите, ведущий инженер по гражданской защите, инженер по гражданской защите
От 3000 до 9999	2–3 (сектор)	начальник сектора по гражданской защите, инженер по гражданской защите
От 600 до 2999	1–2	ведущий инженер по гражданской защите, инженер по гражданской защите
Менее 600	1	инженер по гражданской защите
1.2. Организации, отнесенные ко 2-й категории по ГО, независимо от места расположения		
Не менее 10 000	2–3 (сектор)	начальник сектора по гражданской защите, инженер по гражданской защите
От 3000 до 9999	2	ведущий инженер по гражданской защите, инженер по гражданской защите
От 600 до 2999	1–2	ведущий инженер по гражданской защите, инженер по гражданской защите
Менее 600 чел.	1	инженер по гражданской защите
1.3. Организации, отнесенные к 3-й категории по ГО, находящиеся в населенном пункте, отнесенном к группе по ГО		
Не менее 600	1*	инженер по гражданской защите
От 300 до 599	1*	инженер по гражданской защите (нанимателем могут быть установлены для работника условия неполного рабочего времени, 0,5 ставки штатного расписания)
Менее 300	1*	инженер по гражданской защите (нанимателем могут быть установлены для работника условия неполного рабочего времени, 0,25 ставки штатного расписания)
1.4. Организации, отнесенные к 3-й категории по ГО, находящиеся в населенном пункте, не отнесенном к группе по ГО		
Не менее 600	1*	инженер по гражданской защите (нанимателем могут быть установлены для работника условия неполного рабочего времени, 0,5 ставки штатного расписания)
От 300 до 599	1*	инженер по гражданской защите (нанимателем могут быть установлены для работника условия неполного рабочего времени, 0,25 ставки штатного расписания)
Менее 300	–	обязанности по выполнению мероприятий в области защиты организации от ЧС и задач ГО возлагаются на специалиста, трудовая функция которого является близкой по содержанию работ

Продолжение таблицы 3

Общее количество работников организации, чел.	Контингент структурного подразделения, обеспечивающего выполнение задач в области защиты организаций от ЧС и ГО	
	Количественный состав, чел.	Качественный состав (должности работников)
1.5. Организации без категории по ГО, находящиеся в населенном пункте, отнесенном к группе по ГО		
Не менее 600	1*	инженер по гражданской защите (нанимателем могут быть установлены для работника условия неполного рабочего времени, 0,5 ставки штатного расписания)
Менее 600	–	обязанности по выполнению мероприятий в области защиты организации от ЧС и задач ГО возлагаются на специалиста, трудовая функция которого является близкой по содержанию работ
1.6. Организации без категории по ГО, находящиеся в населенном пункте, не отнесенном к группе по ГО		
Не менее 600	1*	инженер по гражданской защите (нанимателем могут быть установлены для работника условия неполного рабочего времени, 0,25 ставки штатного расписания)
Менее 600	–	обязанности по выполнению мероприятий в области защиты организации от ЧС и задач ГО возлагаются на специалиста, трудовая функция которого является близкой по содержанию работ
2. Организации, не подлежащие переводу на работу в условиях военного времени		
Независимо от численности работников	–	обязанности по выполнению мероприятий в области защиты организации от ЧС и задач ГО возлагаются на специалиста, трудовая функция которого является близкой по содержанию работ

Примечание. * – обоснованные отступления от требований по порядку создания структурных подразделений и назначения штатных работников допускаются только по согласованию с соответствующим территориальным органом по чрезвычайным ситуациям.

Заключение

Проведенные исследования в рамках реализации государственной политики в области гражданской обороны подтвердили необходимость усовершенствовать действующие нормативные правовые акты, направленные на объединение ГСЧС и ГО в единую систему. Первый шаг – установить единый порядок создания органов управления по ЧС и органов управления по ГО, определить общие квалификационные характеристики (должностные обязанности) и наименование должности для работников.

Реализация данных предложений нацелена на совершенствование законодательства в области ГСЧС и ГО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов, М.М. Возможные перспективы развития гражданской обороны в Республике Беларусь / М.М. Тихонов [и др.] // Вестник Ун-та гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 1. – С. 91–100. DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-1.91.
2. Бордак, С.С. Органы управления гражданской обороны района (города): целеполагание, функции и задачи / С.С. Бордак // Вестник Ун-та гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 4. – С. 511–520. DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-4.511.

**Перспективы совершенствования управления гражданской обороной
и Государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций**

**Prospects for improving the management of civil defense and the State system
for the prevention and elimination of emergency situations**

Панасевич Валерий Александрович

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты МЧС
Беларуси», кафедра гражданской защиты,
старший преподаватель

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: panasev.valer.71@mail.ru
ORCID: 0000-0002-5469-1455

Valery A. Panasevich

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Civil Protection, Senior Lecturer

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: panasev.valer.71@mail.ru
ORCID: 0000-0002-5469-1455

Лебедкин Александр Владимирович

доктор военных наук, профессор

Государственное учреждение «Научно-
исследовательский институт Вооруженных
Сил Республики Беларусь», главный
научный сотрудник

Адрес: ул. Славинского, 4/3,
220103, г. Минск, Беларусь
e-mail: niivs@mod.mil.by

Aleksandr V. Lebedkin

Grand PhD in Military Sciences, Professor

State Establishment «Scientific Research Institute
of the Armed Forces of the Republic of Belarus»
Chief Researcher

Address: ul. Slavinskogo, 4/3,
220103, Minsk, Belarus
e-mail: niivs@mod.mil.by

Мурзич Игорь Константинович

доктор военных наук, профессор

Государственное учреждение «Научно-
исследовательский институт Вооруженных
Сил Республики Беларусь», главный
научный сотрудник

Адрес: ул. Славинского, 4/3,
220103, г. Минск, Беларусь
e-mail: niivs@mod.mil.by

Igor K. Murzich

Grand PhD in Military Sciences, Professor

State Establishment «Scientific Research Institute
of the Armed Forces of the Republic of Belarus»
Chief Researcher

Address: ul. Slavinskogo, 4/3,
220103, Minsk, Belarus
e-mail: niivs@mod.mil.by

Бужин Николай Евгеньевич

доктор военных наук, профессор

Министерство обороны Республики Беларусь,
Генеральный штаб Вооруженных Сил,
заместитель начальника по научной работе

Адрес: ул. Коммунистическая, 1,
220034, г. Минск, Беларусь
e-mail: modmail@mod.mil.by

Nikolay E. Buzin

Grand PhD in Military Sciences, Professor

Ministry of Defence of the Republic of Belarus,
General Staff of the Armed Forces,
Deputy Head of Research

Address: ul. Kommunisticheskaya, 1,
220034, Minsk, Belarus
e-mail: modmail@mod.mil.by

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.74>

**PROSPECTS FOR IMPROVING THE MANAGEMENT OF CIVIL DEFENSE
AND THE STATE SYSTEM FOR THE PREVENTION AND ELIMINATION
OF EMERGENCY SITUATIONS**

Panasevich V.A., Lebedkin A.V., Murzich I.K., Buzin N.E.

Purpose. To develop proposals on improving the efficiency of the functioning of emergency management and civil defense authorities.

Methods. General scientific research methods used: analysis, comparison and generalization.

Findings. The qualitative and quantitative composition of the emergency and civil defense management bodies at the facility level has been determined, and proposals have been developed to improve the regulatory legal acts governing their activities. A project has been developed for the contingent of structural divisions ensuring the fulfillment of tasks in the field of protecting organizations from emergency situations and civil defense, qualification requirements for specialists assigned to perform duties in the field of protecting the organization against emergency situations and civil defense.

Application field of research. The results of the study can be used when making changes and additions to regulatory legal acts regulating the procedure for creating emergency management and civil defense authorities.

Keywords: state emergency prevention and response system, civil defense, emergency management bodies, civil defense management bodies.

(The date of submitting: January 31, 2020)

REFERENCES

1. Tikhonov M.M., Subbotin M.N., Bordak S.S., Vasyukevich A.S. Vozmozhnye perspektivy razvitiya grazhdanskoy oborony v Respublike Belarus' [Possible prospects of development of civil defense in the Republic of Belarus]. *Journal of Civil Protection*, 2018. Vol. 2, No. 1. Pp. 91–100. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-1.91.
2. Bordak S.S. Organy upravleniya grazhdanskoy oborony rayona (goroda): tselepolaganie, funktsii i zadachi [Civil defense regional governing bodies: goals, functions and tasks]. *Journal of Civil Protection*, 2018. Vol. 2, No. 4. Pp. 511–520. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-4.511.

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.85>

УДК 351.861

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА РАНГА ОРГАНИЗАЦИИ ПО ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УПРОЩЕННОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Булва А.Д., Карпиленя Н.В.

Цель. Выработать предложения по расчету ранга организаций по гражданской обороне с использованием упрощенного метода анализа иерархий.

Методы. Исследование выполнено с помощью метода анализа иерархий, предложенного Н.В. Сербиновской и Б.Ю. Сербиновским.

Результаты. Усовершенствована и приведена к практическому виду методика расчета ранга организаций по гражданской обороне. Доработан порядок расчета и приведен пример применения методики.

Область применения исследований. Результаты исследований могут использоваться при обосновании мероприятий гражданской обороны, а также при разработке соответствующих планирующих документов.

Ключевые слова: анализ иерархий, гражданская оборона, инженерно-технические мероприятия, метод, парные сравнения, ранг, ранжирование.

(Поступила в редакцию 4 сентября 2019 г.)

Введение

Одним из направлений государственной политики в области гражданской обороны является совершенствование методов и способов защиты населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие них¹.

При этом вполне очевидно, что содержание и объем защитных мероприятий должны быть дифференцированы в зависимости от характера современных военных конфликтов и опасностей, приоритета объектов поражения, их стратегического и культурного значения, техногенной опасности и пр. [1].

Один из механизмов дифференцированного подхода к планированию защитных мероприятий – отнесение организаций к соответствующим категориям, а городов – к группам по ГО. Именно категория и группа являются основой для выбора и обоснования состава мероприятий по защите населения, материальных и историко-культурных ценностей от опасностей военного времени [2].

В работах [3–4] отмечено, что используемые в настоящее время критерии отнесения организаций к соответствующим категориям, а городов – к группам по ГО требуют пересмотра, т. к. не содержат количественной оценки уровня необходимости в защитных мероприятиях. В свою очередь, это препятствует однозначному определению приоритета одной организации по отношению к другой, и наоборот.

В работе [5] представлена методика ранжирования организаций в интересах ГО (далее – методика), которая позиционируется как альтернативный инструмент для определения соответствующих категорий по ГО и может быть положена в основу дифференцированного планирования защитных мероприятий. Ее отличительной особенностью является определение количественного уровня необходимости в защитных мероприятиях.

В основу предложенной методики [5] положен классический метод анализа иерархий со стандартной шкалой экспертных оценок. Однако в ходе изучения ее возможностей

¹ Об утверждении Основных направлений реализации государственной политики в области гражданской обороны [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 9 дек. 2013 г., № 1051 // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.

практики нередко обращали внимание на недостаточную визуализацию расчета, т. е. при использовании среды Microsoft Excel пользователь может видеть только вводимые параметры и результаты вычислений. При этом алгоритм обработки данных скрыт. Другими словами, помимо автоматизации расчета существует потребность в его простом формальном представлении, удобном для практического применения пользователем, не искушенным в математических преобразованиях.

Учитывая результаты моделирования при расчете рангов различных организаций с произвольными параметрами, а также отзывы и потребность практических работников в формальном представлении расчета, представляем целесообразным дальнейшее развитие методики [5] и уточнение порядка ее применения.

В настоящем исследовании поставлены следующие основные задачи:

- предложить упрощенную методику расчета ранга организации по ГО;
- оценить и сравнить результаты моделирования с применением предложенной ранее и упрощенной методики ранжирования;
- разработать порядок расчета ранга организации по ГО в форме, удобной для практического применения должностными лицами соответствующих органов управления.

Основная часть

В разработанной ранее методике [5] при получении экспертных оценок использовались два основных допущения:

- 1) элемент в группе с максимальным значением параметра абсолютно значим перед элементом с минимальным значением;
- 2) значимость объектов в отдельной группе имеет равномерный рост.

Принятые допущения позволили прийти к согласию экспертов по заполнению матричных таблиц.

В то же время в ходе проведения эксперимента было отмечено, что принятые допущения вызывали определенные затруднения у экспертов, т. к. критерии хорошо разделялись на уровне сравнения хуже, лучше либо равно, но при этом отмечались сложности при выборе места элемента на шкале градации от 1 до 9. Так, после формирования матриц парных сравнений приходилось неоднократно уточнять экспертные оценки, поскольку согласованность матриц была вне допустимого диапазона возможных значений.

Авторам представляется, что указанные обстоятельства могли повлиять на конечные количественные результаты ранжирования – абсолютные и относительные значения глобальных нормальных векторов приоритета. При этом влияние могло отразиться не только на расчете значимости организаций друг относительно друга, но и на изменении самой картины относительной оценки ранжируемых объектов.

Это предположение нашло свое подтверждение и в результатах самого исследования [5], где указывается, что реальные максимальные значения параметров по результатам математического моделирования редко превышали значения относительного ранга 70–73 %. Кроме того, при выборе уровня значимости граница «рабочего диапазона» относительного значения ранга составляла 40 %, т. е. «наивысший приоритет» соответствовал относительному значению ранга организации при значении большем, чем 40 %.

Все эти факты легко объясняются, т. к. являются следствием принятых авторами допущений, которые, в свою очередь, обуславливают экспоненциальное изменение значений нормальных векторов приоритета на каждом уровне иерархии.

В работе Н.В. Сербиновской и Б.Ю. Сербиновского [6] предлагается упрощенная методика применения метода анализа иерархий и парных сравнений, в которой используется шкала оценок экспертов от 0 до 2:

- 0 – меньшая значимость одного критерия по отношению к другому;
- 1 – равная значимость критериев;
- 2 – большая значимость одного критерия по отношению к другому.

При применении данного подхода предполагается линейное изменение значимости объектов в ходе ранжирования, что, в свою очередь, позволяет расширить «рабочий диапазон» относительного значения ранга.

В монографии [7] отмечается, что методика [6] прошла успешную апробацию в исследовании целого ряда объектов и проблем различной природы. Здесь же утверждается, что методику [6] можно применять для решения социальных задач, проблем в экономике, управления предприятием, а также для выбора плановых альтернатив, когда существуют затруднения у экспертов при работе со шкалой, имеющей большой диапазон возможных значений.

Авторская качественная модель ранжирования организаций представлена на рисунке 1 (по материалам работ [5; 8]). В работе [5] сформированы и обработаны матрицы парных сравнений всех уровней иерархии с использованием классической шкалы.

Для перехода от матрицы парных сравнений классической шкалы к упрощенной будем использовать следующие принципы:

- значение «1» в матрице парных сравнений классической шкалы соответствует значению «1» и в упрощенной;
- любое значение в матрице парных сравнений классической шкалы, превышающее «1», соответствует значению «2» в упрощенной;
- любое значение в матрице парных сравнений классической шкалы меньше «1» соответствует значению «0» в упрощенной.

Переход от матрицы классической к упрощенной представлен на примере верхнего уровня иерархии в таблицах 1–2 (по материалам работ [5; 8]).

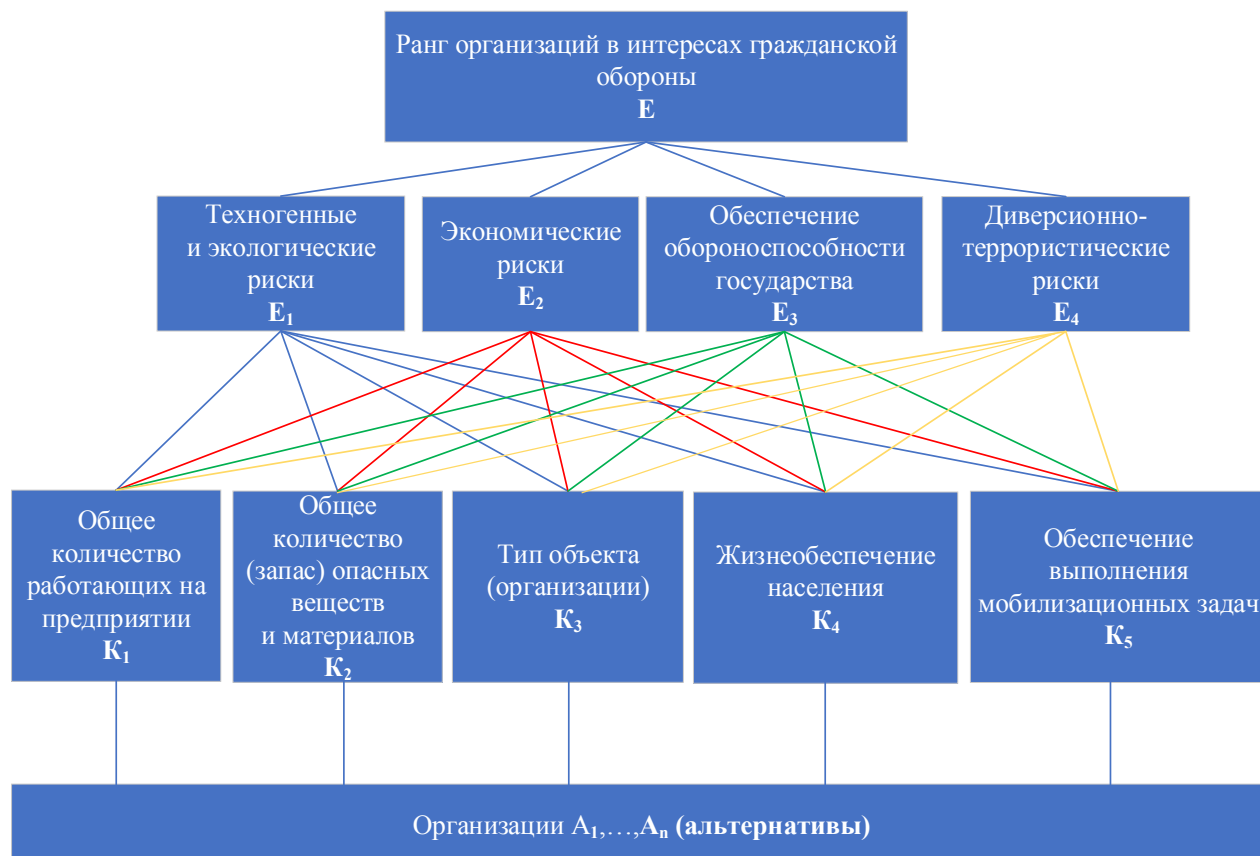


Рисунок 1. – Иерархическая структура ранжирования организаций по гражданской обороне

Таблица 1. – Матрица парных сравнений для верхнего уровня иерархий с использованием классической шкалы

Объекты сравнения	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	Средние геометрические вектора приоритетов, x_i	Нормальный вектор приоритета, $W(E)$
E ₁	1,00	3,00	0,33	5,00	1,50	0,28
E ₂	0,33	1,00	0,33	2,00	0,69	0,13
E ₃	3,00	3,00	1,00	6,00	2,71	0,52
E ₄	0,20	0,50	0,17	1,00	0,36	0,07
Сумма					5,25	1
Отклонение величины максимального собственного значения					$\lambda_{\max}$	4,18
Индекс однородности (индекс согласованности)					ИО = ИС	0,06
Отношение однородности (отношение согласованности)					ОО = ОС	0,06

Таблица 2. – Матрица парных сравнений для верхнего уровня иерархий с использованием упрощенной шкалы

Объекты сравнения	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	Средние геометрические вектора приоритетов, x_i	Нормальный вектор приоритета, $W(E)$
E ₁	1,00	2,00	0,00	2,00	5,00	0,31
E ₂	0,00	1,00	0,00	2,00	3,00	0,19
E ₃	2,00	2,00	1,00	2,00	7,00	0,44
E ₄	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,06
Сумма					16	1

Суммарный приоритет для каждой строки в таблице 2 определялся по формуле [6]:

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad (1)$$

где n – количество оцениваемых факторов (критериев, альтернатив).

Для расчета относительного приоритета каждой строки использовалось отношение:

$$W_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^k x_j}, \quad (2)$$

где k – количество объектов сравнения.

Следует отметить, что при применении упрощенной шкалы такие параметры, как отклонение величины максимального собственного значения, индекс однородности (индекс согласованности) и отношение однородности (отношение согласованности), не применялись. В остальном порядок определения уровня значимости организаций остался неизменным.

Ввод данных, расчет итогового нормального вектора приоритета w_r реализуем, как и в исследовании [5], в среде Microsoft Excel, что позволяет оперативно получать и сравнивать результаты ранжирования с помощью различных шкал экспертных оценок.

Моделирование с использованием классической и упрощенной шкалы экспертных оценок позволяет сформулировать ряд выводов:

– приоритет одной организации над другой сохраняется независимо от используемой шкалы экспертных оценок;

– среднее отклонение значения абсолютной величины глобального нормального вектора приоритета, полученного с использованием упрощенной шкалы экспертных оценок, по сравнению с классической, составляет 15–20 % (однако по отдельным соотношениям разница может быть и более 50 %);

– среднее отклонение значения относительной величины глобального нормального вектора приоритета, полученного с использованием упрощенной шкалы по отношению

к классической, составляет 20–25 % (по отдельным соотношениям разница может достигать 100 % (в 2 раза)).

По мнению авторов, несмотря на то, что традиционная шкала экспертных оценок является более точной и хорошо зарекомендовавшей себя, для рассматриваемого случая, когда приоритетность критериев очевидна, но неочевидна их значимость относительно друг друга, практическое использование упрощенной шкалы экспертных оценок оказывается более предпочтительным. При применении классической шкалы высок риск получения как очень завышенного, так и очень заниженного значения относительных глобальных нормальных векторов приоритета. И если при установлении приоритета организации указанное обстоятельство особого значения не имеет, то при установлении уровня значимости уже могут быть допущены ошибки.

В упрощенной методике расчета ошибки также исключать нельзя, но при прочих равных условиях именно в этом случае величина ошибки при определении уровня значимости будет меньше.

С учетом того что среднее отклонение значения относительной величины глобального нормального вектора приоритета, полученного с использованием упрощенной шкалы оценок, по отношению сравнению с классической составляет 20–25 %, целесообразно при определении уровня значимости с использованием упрощенного метода относительное значение ранга, принятое в публикациях [5; 8], также заменить на 20–25 %. После преобразований уровни значимости организаций и соответствующие критерии могут быть установлены так, как это приведено в таблице 3.

Таблица 3. – Таблица критериев для определения уровня значимости организации

Относительный приоритет	Уровень значимости
Меньше 15 %	Низкий
Не менее 15, но менее 25 %	Средний
Не менее 25, но менее 40 %	Высокий
Не менее 40 %	Наивысший

С целью адаптации усовершенствованной методики ранжирования для практического применения должностными лицами органов управления ГО последняя приведена к форме, позволяющей выполнять упрощенный расчет.

Алгоритм расчета включает следующую последовательность процедур:

- сбор и изучение данных, необходимых для выполнения расчета;
- определение справочных коэффициентов на основании характеристик организации;
- расчет абсолютного приоритета организации;
- расчет вспомогательного абсолютно минимального приоритета;
- расчет вспомогательного абсолютно максимального приоритета;
- расчет относительного приоритета организации;
- сравнение приоритетов (в случае рассмотрения нескольких организаций);
- определение уровня значимости организации в интересах ГО.

Для определения абсолютного приоритета организации R_i используется полученная после обработки и упрощения алгоритма расчета формула:

$$R_i = 0,0896x_1 + 0,1936x_2 + 0,2628x_3 + 0,2124x_4 + 0,2416x_5, \quad (3)$$

где $x_1, \dots, x_5$ – характеристики исследуемой организации, определяемые по таблицам 4–8.

Для расчета вспомогательного абсолютно минимального приоритета $R_i^{\min}$ применяется полученная, как и формула (3), после обработки и математического преобразования алгоритма расчета формула:

$$R_i^{\min} = \frac{0,001792}{x_1 + 0,285} + \frac{0,007744}{x_2 + 0,4} + \frac{0,0007884}{x_3 + 0,116} + \frac{0,0033984}{x_4 + 0,25} + \frac{0,0152208}{x_5 + 0,501}. \quad (4)$$

Вспомогательный абсолютно максимальный приоритет $R_i^{\max}$ определяется по формуле

$$R_i^{\max} = 1 - R_i^{\min} - R_i. \quad (5)$$

Расчет относительного приоритета организации $R_{отн}$ выполняется по формуле

$$R_{отн} = \frac{R_i - R_i^{\min}}{R_i^{\max} - R_i^{\min}} \cdot 100 \%. \quad (6)$$

На основании приведенных в таблице 3 критериев (диапазон значений относительного приоритета организации) определяется уровень значимости организации: низкий, средний, высокий или наивысший.

Таблица 4. – Определение коэффициента x_1

Общее количество работающих на предприятии, чел.	Значение показателя
Не менее 10 000	0,4815
От 5 000 до 9999	0,4400
От 3000 до 4999	0,3913
От 600 до 2999	0,3339
От 300 до 499	0,2636
От 50 до 299	0,1768
Менее 50	0,0668

Таблица 5. – Определение коэффициента x_2

Техногенная опасность (общее количество (запас) опасных веществ и материалов)	Значение показателя
Опасные производственные объекты I типа опасности (приложение 1 к Закону Республики Беларусь «О промышленной безопасности»)	0,4737
Опасные производственные объекты II типа опасности (приложение 1 к Закону Республики Беларусь «О промышленной безопасности»)	0,4118
Опасные производственные объекты III типа опасности (приложение 1 к Закону Республики Беларусь «О промышленной безопасности»)	0,3333
Иные потенциально опасные объекты (приложение 1 к Закону Республики Беларусь «О промышленной безопасности»)	0,2308
Объекты, не отнесенные к категории потенциально опасных	0,0909

Таблица 6. – Определение коэффициента x_3

Тип объекта (организации)	Значение показателя
Пункт управления	0,4943
Узел связи, радиотелевизионный передающий центр	0,4787
Склад государственного и мобилизационного резерва	0,4621
Узловая железнодорожная станция	0,4534
Железнодорожный мост, тоннель	0,4255
Автомобильная развязка, мост	0,4052
Аэропорт	0,3835
Насосная станция продуктопровода	0,3721
Объект ядерного топливного цикла, в т. ч. АЭС	0,3349
Гидроэлектростанция	0,3077
Теплоэлектростанция	0,2780
Электроподстанция	0,2458
Склад горючих смазочных материалов, нефтебаза	0,2105
Предприятие нефтеперерабатывающей, химической промышленности	0,1718
Металлургическое предприятие	0,1290
Машиностроительное предприятие	0,0816
Иная организация	0,0288

Таблица 7. – Определение коэффициента x_4

Жизнеобеспечение населения	Значение показателя
Топливо-энергетическая сфера	0,4839
Пищевая и перерабатывающая промышленность, сельское хозяйство, общественное питание	0,4483
Здравоохранение, санаторно-курортное лечение и оздоровление	0,4074
Информационно-управляющая система, связь	0,3600
Транспортное обеспечение	0,3043
Жилищно-коммунальное хозяйство и бытовое обслуживание населения	0,2381
Социальное обслуживание	0,1579
Иная сфера деятельности	0,0588

Таблица 8. – Определение коэффициента x_5

Обеспечение выполнения мобилизационных задач	Значение показателя
Выполнение оборонного заказа	0,4692
Выполнение мобилизационного задания	0,3870
Выполнение иных задач режима военного положения	0,2747
Деятельность, не связанная с обеспечением режима военного положения	0,1121

Рассмотрим порядок расчета ранга организации и ее уровня значимости в интересах ГО на примере двух гипотетических организаций, характеристики которых приведены в таблице 9.

Задача состоит в определении абсолютных уровней значимости организаций и оценке приоритета организаций друг относительно друга.

Таблица 9. – Исходные данные

Характеристика	Организация 1	Организация 2
Общее количество работающих на предприятии, чел.	45	620
Общее количество (запас) опасных веществ и материалов	Отнесение объекта к III типу опасности (приложение 1 к Закону Республики Беларусь «О промышленной безопасности»)	Потенциально опасный объект (приложение 2 к Закону Республики Беларусь «О промышленной безопасности»)
Тип объекта (организации)	Теплоэлектростанция	Металлургическое предприятие
Жизнеобеспечение населения	Топливо-энергетическая сфера	Сфера деятельности, не связанная с жизнеобеспечением населения
Обеспечение выполнения мобилизационных задач	Наличие мобилизационного задания	Наличие оборонного заказа

Для решения задачи определяем значения коэффициентов $x_1, \dots, x_5$ по таблицам 4–8 для каждой организации, а расчет рангов – по формулам (3)–(6) (рекомендуется расчет по формулам (3)–(5) выполнять с точностью до четвертой цифры после запятой).

Сводные справочные данные обобщены в таблице 10.

Таблица 10. – Сводные справочные данные сравниваемых организаций

Организация 1 (табл. 4–8)					Организация 2 (табл. 4–8)				
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
0,0668	0,3333	0,2780	0,4839	0,3870	0,3339	0,2308	0,1290	0,0588	0,4692

Значения абсолютных приоритетов первой R_1 и второй R_2 организаций определяем по формуле (3):

$$R_1 = 0,0896 \cdot 0,0668 + 0,1936 \cdot 0,3333 + 0,2628 \cdot 0,2780 + 0,2124 \cdot 0,4839 + 0,2416 \cdot 0,3870 = 0,3399;$$

$$R_2 = 0,0896 \cdot 0,3339 + 0,1936 \cdot 0,2308 + 0,2628 \cdot 0,1290 + 0,2124 \cdot 0,0588 + 0,2416 \cdot 0,4692 = 0,2343.$$

Значения вспомогательных абсолютно минимальных приоритетов $R_1^{\min}$ и $R_2^{\min}$, рассчитываем по формуле (4):

$$R_1^{\min} = \frac{0,001792}{0,0668 + 0,285} + \frac{0,007744}{0,3333 + 0,4} + \frac{0,0007884}{0,2780 + 0,116} + \frac{0,0033984}{0,4839 + 0,25} + \frac{0,0152208}{0,3870 + 0,501} = 0,0394;$$

$$R_2^{\min} = \frac{0,001792}{0,3339 + 0,285} + \frac{0,007744}{0,2308 + 0,4} + \frac{0,0007884}{0,1290 + 0,116} + \frac{0,0033984}{0,0588 + 0,25} + \frac{0,0152208}{0,4692 + 0,501} = 0,0451.$$

Для расчета значений вспомогательных абсолютно максимальных приоритетов организаций $R_1^{\max}$ и $R_2^{\max}$ используем формулу (5):

$$R_1^{\max} = 1 - 0,0394 - 0,3399 = 0,6207;$$

$$R_2^{\max} = 1 - 0,2343 - 0,0451 = 0,7206.$$

Значения относительных приоритетов организаций $R_{отн1}$ и $R_{отн2}$ вычисляем по формуле (6):

$$R_{отн1} = \frac{0,3399 - 0,0394}{0,6207 - 0,0394} \cdot 100 \% = 51,7 \%;$$

$$R_{отн2} = \frac{0,2343 - 0,0451}{0,7206 - 0,0451} \cdot 100 \% = 28,0 \%.$$

Сравнение относительных уровней рангов показывает, что организация 1 имеет приоритет ГО перед организацией 2.

Согласно таблице 1 организация 1 в интересах ГО имеет наивысший, а организация 2 – средний уровни значимости.

Заключение

В исследовании [5] авторы отмечали, что для внедрения методики ранжирования в практическую деятельность органов управления ГО необходима оценка ее возможностей и изучение мнений практических работников.

Данная статья является логическим продолжением выполненной ранее работы. На текущем этапе исследований указанная методика усовершенствована благодаря применению упрощенного метода анализа иерархий и парных сравнений, который, несмотря на более простой математический инструментарий, позволил получить уточненные значения рангов и уровней значимости организаций, что следует из субъективных суждений специалистов, осуществлявших проверку релевантности ранней и текущей методик.

Благодаря выполненным математическим преобразованиям усовершенствованная методика ранжирования приобрела удобную форму, позволяющую выполнять расчет без использования специальных программных средств и приложений. Кроме того, в исследовании доработан порядок и приведен пример возможного варианта расчета.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на выработку практических предложений и рекомендаций по зонированию территорий и дифференцированию инженерно-технических и организационных мероприятий ГО исходя из степени опасности и ранга организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпилена, Н.В. Военная доктрина как научно-теоретическая основа совершенствования гражданской обороны / Н.В. Карпилена, А.Д. Булва // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 2. – С. 178–194. DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-2.178.
2. Булва, А.Д. Методологические аспекты подготовки запроса на выдачу технических условий, разработку раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по

- предупреждению чрезвычайных ситуаций» в проектной документации на строительство / А.Д. Булва // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 1. – С. 74–82. DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-1.74.
3. Булва, А.Д. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны и мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций в составе проектной документации / А.Д. Булва, В.А. Панасевич // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 256–268. DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-2.256.
 4. Булва, А.Д. Управление рисками чрезвычайных ситуаций в Республике Беларусь: состояние и перспективы / А.Д. Булва // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сб. науч. трудов VII Междунар. науч.-практ. конф., посв. 60-летию создания первого в Республике Беларусь научного подразделения в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров, 1 нояб. 2016 г.: в 2 ч. / редкол.: Ю.С. Иванов [и др.]. – Минск: Колорград, 2016. – Ч. 1. – С. 207–220.
 5. Ласута, Г.Ф. Методика ранжирования организаций в интересах гражданской обороны с использованием метода анализа иерархий / Г.Ф. Ласута, Н.В. Карпиленя, А.Д. Булва // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 3. – С. 301–313. DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-3.301.
 6. Сербиновская, Н.В. Методика выбора управленческих решений с использованием результатов анализа иерархий / Н.В. Сербиновская, Б.Ю. Сербиновский // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 1–9.
 7. Звездочкин, Ю.Ю. Имидж-система университета / Ю.Ю. Звездочкин, Б.Ю. Сербиновский; Юж. федеральный ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2009. – 266 с.
 8. Булва, А.Д. Методика определения ранга организаций для дифференцированного планирования мероприятий гражданской обороны / А.Д. Булва // Технологии гражданской безопасности. – 2019. – Т. 16, № 2. – С. 70–78.

К вопросу расчета ранга организации по гражданской обороне с использованием упрощенного метода анализа иерархий

About ranking of organization on civil defense using the simplified method of hierarchies

Булва Александр Дмитриевич

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра гражданской
защиты, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: bulva@list.ru
ORCID: 0000-0001-9887-8759

Aleksandr D. Bulva

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Civil Protection, Associate Professor

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: bulva@list.ru
ORCID: 0000-0001-9887-8759

Карпиленя Николай Васильевич

доктор военных наук, профессор

Учреждение образования «Военная академия
Республики Беларусь», кафедра социальных
наук, профессор

Адрес: пр-т Независимости, 220,
220057, г. Минск, Беларусь
e-mail: karpilenyanv@mail.ru

Nikolay V. Karpilenya

Grand PhD in Military Sciences, Professor

Educational Establishment «Military Academy
of Republic of Belarus», Chair of Social Sciences,
Professor

Address: pr-t Nezavisimosti, 220,
220057, Minsk, Belarus
e-mail: karpilenyanv@mail.ru

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.85>

ABOUT RANKING OF ORGANIZATION ON CIVIL DEFENSE USING THE SIMPLIFIED METHOD OF HIERARCHIES

Bulva A.D., Karpilenya N.V.

Purpose. To develop proposals for calculating the rank of organizations on civil defense using the simplified method of hierarchy analysis.

Methods. The research has been done using simplified hierarchy analysis method proposed by N. Serbinovskaya and B. Serbinovsky.

Findings. The ranking methodology of organizations on civil defense has been improved and reduced to a practical form. The calculation procedure is improved and an example of application of the technique is given.

Application field of research. Research results can be used to justify defense activities.

Keywords: analysis of hierarchies, civil defense, engineering and technical measures, method, paired comparisons, rank, ranking.

(The date of submitting: September 4, 2019)

REFERENCES

1. Karpilenya N.V., Bulva A.D. Voennaya doktrina kak nauchno-teoreticheskaya osnova sovershenstvovaniya grazhdanskoy oborony [Military doctrine as a scientific and theoretical basis for the improvement of civil defense]. *Journal of Civil Protection*, 2019. Vol. 3, No. 2. Pp. 178–194. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-2.178.
2. Bulva A.D. Metodologicheskie aspekty podgotovki zaprosa na vydachu tekhnicheskikh usloviy, razrabotku razdela «Inzhenerno-tekhnicheskie meropriyatiya grazhdanskoy oborony. Meropriyatiya po preduprezhdeniyu chrezvychaynykh situatsiy» v proektnoy dokumentatsii na stroitel'stvo [Methodological aspects of the preparation of the request for issuance of technical conditions for the development of the section «Technical measures for civil defense. Measures for emergencies prevention» in construction project documentations]. *Journal of Civil Protection*, 2019. Vol. 3, No. 1. Pp. 74–82. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-1.74.
3. Bulva A.D., Panasevich V.A. Inzhenerno-tekhnicheskie meropriyatiya grazhdanskoy oborony i meropriyatiya po preduprezhdeniyu chrezvychaynykh situatsiy v sostave proektnoy dokumentatsii [Engineering and technical activities of civil defense and emergency prevention activities in the composition of design documentation]. *Journal of Civil Protection*, 2018. Vol. 2, No. 2. Pp. 256–268. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-2.256.
4. Bulva A.D. Upravlenie riskami chrezvychaynykh situatsiy v Respublike Belarus': sostoyanie i perspektivy [Risk management of emergency situations in the Republic of Belarus: state and prospects]. *Proc. VII Intern. scientific-practical conf. «Chrezvychaynye situatsii: preduprezhdenie i likvidatsiya»*, Minsk, November 1–3, 2016. In 2 parts. Research Institute of Fire Safety and Emergencies of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus. Ed. by: Yu.S. Ivanov et al. Minsk: Kolorgrad, 2016. Part 1. Pp. 207–220. (rus)
5. Lasuta G.F., Karpilenya N.V., Bulva A.D. Metodika ranzhirovaniya organizatsiy v interesakh grazhdanskoy oborony s ispol'zovaniem metoda analiza ierarkhiy [Ranking methodology of organizations for benefit of civil defense using the method of hierarchies]. *Journal of Civil Protection*, 2019. Vol. 3, No. 3. Pp. 301–313. (rus). DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-3.301.
6. Serbinovskaya N.V., Serbinovskiy B.Yu. Metodika vybora upravlencheskikh resheniy s ispol'zovaniem rezul'tatov analiza ierarkhiy [The method of selecting managerial solutions with the use of the results of the analysis of hierarchies]. *Journal of Science and Education of North-West Russia*, 2017. Vol. 3, No. 3. Pp. 1–9. (rus)
7. Zvezdochkin Yu.Yu., Serbinovskiy B.Yu. *Imidzh-sistema universiteta* [Image system of the university]. Novocherkassk: Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), 2009. 266 p. (rus)
8. Bulva A.D. Metodika opredeleniya ranga organizatsiy dlya differentsirovannogo planirovaniya meropriyatiy grazhdanskoy oborony [Method of Determining the Rank of Organizations for the Differentiated Planning of Civil Defense Activities]. *Civil Security Technology*, 2019. Vol. 16, No. 2. Pp. 70–78. (rus)

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.96>

УДК 159.9:614.8

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ

Гермацкая Е.И.

Цель. Описание условий работы пожарных-спасателей, их профессионально важных качеств и умений, психологических аспектов их формирования. Определение навыков и умений, которые необходимы пожарным-спасателям для успешного выполнения профессиональных задач.

Методы. Теоретический анализ исследований по изучению профессиональных качеств пожарных-спасателей, их навыков и умений.

Результаты. Описаны условия трудовой деятельности спасателей. Предпринята попытка рассмотреть понятия «профессионально важные навыки пожарных-спасателей» и «профессионально важные умения пожарных-спасателей», определить, в чем их принципиальная разница. Выявлено, что отсутствие или недостаточное развитие профессионально важных качеств снижает эффективность профессиональной деятельности спасателей. Описаны и структурированы по отдельным группам профессионально важные качества специалистов экстремального профиля, определена их роль при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Область применения исследований. Представленные результаты могут быть использованы для дальнейшего изучения условий и факторов формирования навыков и умений пожарных-спасателей для разработки программы развития профессиональных умений специалистов экстремального профиля.

Ключевые слова: экстремальные условия деятельности, профессионально важные качества, умения, навыки, психологическая подготовка, чрезвычайная ситуация.

(Поступила в редакцию 25 ноября 2019 г.)

Введение

Деятельность пожарных-спасателей сопряжена с постоянным столкновением с опасностью и риском для жизни. Чрезвычайные обстоятельства и постоянная угроза здоровью – отличительная особенность профессионального опыта пожарных-спасателей. Экстремальные условия их труда связаны с опасностью причинения вреда физическому и психическому здоровью работников, а также с угрозой жизни и здоровью гражданского населения, с массовыми человеческими жертвами и большими материальными потерями. Профессию пожарного-спасателя характеризуют такие особенности трудовой деятельности, как психотравмирующие ситуации, экстремальные воздействия и состояние постоянной готовности к риску.

Необходимые для каждого вида трудовой деятельности профессиональные качества и свойства специалист развиваются в процессе его профессионального становления или компенсируются другими навыками и умениями. В экстремальных ситуациях, к которым относятся пожары и другие чрезвычайные происшествия, требования к отдельным психическим свойствам и качествам специалиста резко повышаются и многие механизмы компенсации не действуют. И если профессиональная деятельность связана с тем, что чрезвычайные ситуации возникают в ней постоянно, появляется необходимость в тщательном профессиональном отборе работников. Соответствующих по индивидуальным личностным характеристикам специалистов следует перераспределять по рабочим местам с учетом актуального уровня развития профессионально важных качеств, навыков и умений [5].

Основная часть

Общая характеристика профессиональной деятельности сотрудников МЧС.

Пожарные-спасатели выполняют работу, связанную с тушением пожаров, ликвидацией последствий природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций, а также занимаются оказанием помощи при различных несчастных случаях (например, при дорожно-транспортных происшествиях или нефтяных загрязнениях). Деятельность в экстремальных ситуациях опасна и требует доверительного сотрудничества: неправильное решение или поведение могут поставить под угрозу здоровье или жизнь как самого спасателя, так и здоровье, жизнь или имущество спасаемых им людей [2].

Пожарный-спасатель должен уметь в совершенстве пользоваться спасательным оборудованием, знать основные требования техники безопасности, алгоритмы действий при ликвидации различных чрезвычайных ситуаций; обладать отличным здоровьем, выносливостью, физической силой. Представитель профессии «пожарный-спасатель» должен владеть навыками оказания первой медицинской помощи, быть стрессоустойчивым, ведь каждая экстремальная ситуация развивается непредсказуемо, не всех людей удастся спасти, иногда они гибнут на глазах, специалисту экстремального профиля важно уметь переживать подобные психотравмирующие ситуации с наименьшими потерями для собственного психического здоровья.

Деятельность пожарных-спасателей сопровождается постоянным воздействием неблагоприятных физических, химических, психологических и других факторов, вызывающих выраженный профессиональный стресс. Экстремальные условия работы характеризуются значительным травмирующим воздействием событий и обстоятельств чрезвычайной ситуации на психику сотрудника. Это воздействие может быть мощным и однократным при угрозе жизни и здоровью или многократным, требующим адаптации к постоянно действующим источникам стресса. Оно характеризуется различной степенью внезапности, может служить источником как объективно возникающего, так и субъективно воспринимаемого сотрудниками стресса [9].

Специфичным стрессогенным фактором, характерным для профессиональной деятельности пожарных-спасателей, является режим ожидания выезда для ликвидации последствий чрезвычайной ситуации. У некоторых сотрудников МЧС волнение, вызванное ожиданием тревожного вызова, сопровождается реакцией, которая по силе воздействия на эмоциональное состояние работников нередко превосходит реакцию, возникающую в период непосредственного выполнения работ по ликвидации. Все время на протяжении рабочей смены пожарный-спасатель находится в состоянии постоянной боевой готовности, чтобы в случае возникновения экстремальной ситуации тут же отправиться на место ее ликвидации.

М.И. Марьин так описывает условия труда пожарных-спасателей: «Также следует отметить, что работа пожарных-спасателей связана с большими физическими нагрузками, которые вызваны высоким темпом работы при эвакуации пострадавших и материальных ценностей, разборке конструкций и оборудования, прокладывании рукавных линий, работе с пожарно-техническим оборудованием. В этих условиях пожарные-спасатели работают в специальном снаряжении, только стандартное обмундирование пожарного весит около 30 кг, а с ним нужно быстро передвигаться, маневрировать во время пожара, пешком подниматься на верхние этажи. Иногда приходится работать в непривычных позах (лежа, ползком и т. п.), в условиях ограниченного пространства, в непригодной для дыхания среде при весе противогаза до 15 кг. Сильная плотность дыма может ограничивать видимость вокруг. Напряженная физическая работа в условиях высокой температуры и влажности может вызывать нарушения водно-солевого баланса, терморегуляции организма, головные боли, нежелание двигаться, заторможенность реакций. Снижение концентрации кислорода и наличие продуктов горения (ядовитые газы, выделяемые при горении) оказывают отравляющее действие на организм работников» [8].

Профессионально важные качества сотрудников МЧС. В результате изучения условий труда пожарных-спасателей в предыдущем разделе мы пришли к выводу, что профессиональная деятельность спасателей отличается повышенной опасностью и ответственностью за свою жизнь и жизнь других людей, поэтому предъявляет высокие требования к профессионально важным качествам сотрудников МЧС.

При проведении работ по ликвидации крупных чрезвычайных ситуаций последних лет встречались случаи несоответствия профессионально важных качеств пожарных-спасателей стоящим перед ними задачам. Принимаемые ими решения нередко были чересчур поспешными и иногда приводили к потерям, которых можно было избежать. В отдельных случаях сотрудники МЧС оказывались неспособными к выполнению аварийно-спасательных работ в условиях повышенных физических и психологических нагрузок. В результате этого профессиональная деятельность ряда пожарных-спасателей не соответствовала требованиям складывающейся чрезвычайной обстановки, резко снижалась их работоспособность, среди определенного количества спасателей возрастала вероятность получения ими физических и психических травм, что не только делало крайне неэффективным их дальнейшее участие в проведении аварийно-спасательных работ, но и требовало привлечения дополнительных сил и средств [10].

Изучение особенностей профессии пожарного-спасателя и необходимых сотруднику пожарно-спасательной службы профессионально важных качеств встречается в работах В.И. Дутова, И.Н. Ефановой, М.И. Марьина, А.В. Осипова, А.П. Самонова, А.В. Шленкова и др.

В структуре профессионально важных качеств пожарных-спасателей можно выделить следующие группы качеств:

- психологические и социально-психологические качества: внимание, память, мышление, самооценка, воля, когнитивный стиль деятельности, коммуникабельность;
- физические (двигательные) качества: сила, выносливость, быстрота, ловкость, координационные способности, гибкость;
- медицинские (физиологические) качества: состояние общего здоровья, органов чувств, сердечно-сосудистой, дыхательной и костно-мышечной систем;
- эргономические качества: состояние ЦНС, монотонноустойчивость, импульсивность (рефлексивность);
- инженерно-психологические качества: эффективность и качество движений, быстрота и точность двигательных реакций, уровень самоконтроля.

Рассмотрим профессионально важные качества спасателей по каждой из указанных групп.

Психологические и социально-психологические профессионально важные качества необходимы для эффективного выполнения служебных задач, профессионального общения, преодоления экстремальных условий деятельности, возникающих в процессе выполнения аварийно-спасательных работ. Достаточный уровень развития внимания, памяти, мышления, воли, самооценки и коммуникативных навыков превращают деятельность пожарных-спасателей в продуктивную, организованную и активную. В практической деятельности пожарных-спасателей определяющую роль играет прогнозирование событий, определение характера и объема информации, необходимой для принятия решения в постоянно меняющейся обстановке чрезвычайной ситуации. Волевые характеристики сотрудников МЧС важны в формировании эмоционально-волевой устойчивости, которая позволяет максимально быстро и эффективно адаптироваться к условиям чрезвычайной ситуации. Такое понятие, как когнитивный стиль, определяет следующие особенности деятельности пожарных-спасателей: способность ориентироваться при принятии решения на объективную ситуацию, а не на имеющиеся знания и опыт, если они противоречат друг другу, и навык принятия самостоятельного решения в изменяющейся обстановке ликвидации чрезвычайной ситуации [1].

Под физическими качествами понимаются социально обусловленные совокупности биологических и психических свойств человека, выражающие его физическую готовность осуществлять активную и целесообразную двигательную деятельность. Они определяют способность человека совершать действия с определенным мышечным напряжением, в минимальный для данных условий отрезок времени, противостоять утомлению и неизбежно появляющейся усталости, быстро и рационально перестраивать свои действия в соответствии с меняющейся обстановкой. Координационные способности связаны с возможностями управления движениями в пространстве и времени и включают пространственную ориентировку, точность воспроизведения движения по пространственным, силовым и временным параметрам, статическое и динамическое равновесие. Пространственная ориентировка подразумевает сохранение представлений о параметрах изменения внешних условий (ситуаций) и умение перестраивать двигательное действие в соответствии с этими изменениями.

Медицинские (физиологические) качества в целом характеризуют степень соответствия возможностей организма пожарного-спасателя содержанию и условиям выполнения аварийно-спасательных работ.

Эргономические профессионально важные качества определяют эффективность, уровень и надежность выполняемых пожарными-спасателями работ при взаимодействии с техническими средствами, применяемыми при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Инженерно-психологические качества связаны с деятельностью (работой) спасателя, которая выполняется с помощью пультов управления. Важную роль при этом играют состояние опорно-двигательной системы и уровень самоконтроля.

Умения и навыки пожарных-спасателей, необходимые для успешной профессиональной деятельности. Успешность проведения аварийно-спасательных работ достигается в первую очередь точным определением решающего направления, своевременным сосредоточением и введением сил и средств на нем, тактически грамотным их управлением, активными и решительными действиями, дисциплинированностью и слаженной работой руководителей и пожарных-спасателей [3].

Важнейшей задачей подготовки сотрудников МЧС является формирование у личного состава высоких морально-боевых качеств, активной жизненной позиции, преданности профессиональному долгу, чувства ответственности за сохранение человеческих жизней и материальных ценностей, дисциплинированности, готовности выполнить боевую задачу в любых условиях за минимально короткое время. Тактическая подготовка пожарных-спасателей – это непрерывный процесс обучения и воспитания, направленный на повышение профессиональных знаний, формирование умений и навыков управления силами и средствами на пожарах, а также проведение действий по выполнению основной боевой задачи [6].

Тактическая подготовка включает принципы, формы и методы обучения и воспитания всего личного состава гарнизонов пожарной службы с целью обеспечения высокого уровня их профессиональной подготовленности. В процессе тактической подготовки у спасателей вырабатываются требуемые профессионально важные качества, в том числе самообладание и воля, выдержка и психологическая устойчивость к работе в экстремальных условиях деятельности. Для формирования этих качеств, а также выработки у сотрудников тактического мышления в образовательном процессе используются тактико-специальные полигоны, огневые полосы, современные технические средства и другие современные формы и методы обучения тактической подготовке [1].

Тактическое мышление – это сложный психологический процесс наблюдения за постоянно меняющейся обстановкой при выполнении аварийно-спасательных работ и своевременной выработки необходимых решений, направленных на организацию боевых действий по ликвидации чрезвычайной ситуации. Необходимо постоянно развивать вариативность тактического мышления, благодаря которой обеспечиваются своевременная и четкая оценка обстановки на пожаре и вносятся коррективы в принятые ранее решения [2].

Опасная профессия требует от человека:

- специальной психологической готовности к работе в экстремальных условиях, предопределяя ведущее значение личностных характеристик индивидуума (мотивы, потребности, целевые установки, характер, воля);
- наличия достаточно выраженных врожденных задатков, обеспечивающих высокий уровень поддержания гомеостатических функций различных систем организма;
- исключительно пластичной нервной системы, позволяющей в течение жизни формировать гибкие функциональные системы в головном мозге, обеспечивающие такие творческие процессы, как интуиция, предвосхищение, эвристика [7].

В процессе обучения и профессионального развития деятельность сотрудника совершенствуется, сокращается время выполнения действий и повышается их точность. Процесс формирования умений и навыков пожарных-спасателей является долгим и сложным, потому что не бывает одинаковых чрезвычайных ситуаций. Наиболее сложным оказывается процесс принятия решений. В условиях неопределенности деятельности значительная часть времени, необходимого для проведения спасательной операции, затрачивается на принятие решения. Увеличение времени принятия решения обусловлено не только недостаточной информацией или слабой профессиональной подготовленностью, но в большинстве случаев страхом за последствия своих действий, за возможность ошибки. Кроме того, специалист, обладающий только профессиональным опытом действий в стандартных ситуациях, не в состоянии надежно действовать в нестандартном случае [4].

Методика формирования умения отличается от процесса выработки необходимых навыков, умение по своей структуре является более сложным образованием, чем навык. Навык – это действие, доведенное до наивысшей степени совершенства, которое выполняется автоматически. Умение – сознательное действие, которое производится в новой, постоянно изменяющейся обстановке. К ведущим свойствам психики, которые обеспечивают успешность действий, относятся оперативное мышление и предвосхищение реакций (прогнозирование). Именно с помощью этих способностей человек может по отдельным признакам еще не произошедших событий предугадать ход их развития. Основой формирования способности прогнозировать возможные варианты развития тех или иных событий являются постоянное совершенствование имеющихся знаний, навыков и умений, развитие общих и специальных способностей.

Деятельность в чрезвычайной ситуации не может быть обеспечена только лишь знаниями, навыками, умениями, и в этом ее существенная психологическая особенность. Спасателю нередко приходится встречаться с ситуацией, в которой требуется преодолеть привычную логику мышления, совершать антифизиологические действия, противоестественные операции. Исследования поведения человека в опасной ситуации показали, что на него, как правило, воздействуют комплексные раздражители биологической и психологической природы, что нередко приводит к нарушению интеграции деятельности. Важной особенностью опасных профессий, к которым относится труд пожарных-спасателей, является то, что специалист должен не избегать опасных факторов деятельности, а преодолевать их, подчинять им свою повседневную работу [7].

Процесс формирования профессиональной надежности специалистов экстремального профиля крайне важен, так как он позволяет углубить в человеке самое ценное – творческое начало. Только хорошо развитые творческие способности дают возможность создать эмоциональный буфер против главного стрессора – неопределенности информации и отсутствия полной уверенности в успешности принятых решений. Формирование действий по решению нестандартных ситуаций в конечном счете выходит на формирование профессиональной надежности [11].

Заключение

В процессе выполнения аварийно-спасательных работ пожарные-спасатели подвергаются воздействию поражающих факторов чрезвычайных ситуаций и экстремальных условий

труда. Их профессиональная деятельность связана с постоянной угрозой для жизни и здоровья, ее результаты имеют высокую социальную значимость. Содержание работ, необходимость оперативного принятия решений, сложность используемых технических средств и другие специфические условия, возникающие при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, обуславливают высокие требования, предъявляемые профессиональной деятельностью к уровню знаний, умений, навыков и психологических особенностей спасателей.

В связи с выявленными особенностями трудовой деятельности спасатель должен обладать определенными профессионально важными качествами, такими как смелость, способность брать на себя ответственность в сложных ситуациях, уверенность в себе, способность принимать правильное решение при недостатке необходимой информации, при отсутствии времени на ее осмысление, способность к длительному сохранению высокой активности; умение распределять и переключать внимание при выполнении нескольких действий, функций, задач; иметь хорошую память, уравновешенность, самообладание, склонность к риску и т. д. Кроме того, для эффективной работы должны быть на достаточно высоком уровне развиты умственные способности, техническое мышление, память, внимание.

Важным фактором успешной профессиональной деятельности пожарных-спасателей является достаточный уровень развития профессионально важных навыков и умений. При этом принципиальным отличием навыков и умений является то, что навык – это действие, доведенное до автоматизма постоянным механическим повторением этого действия. Умение – более сложное психическое образование, действие, которое обеспечивает эффективное выполнение работ в постоянно изменяющейся обстановке. Анализ особенностей профессиональной деятельности спасателей дает нам основания полагать, что стрессоустойчивость и надежность специалиста определяются многими психологическими и психофизиологическими факторами, а также степенью их соответствия количественным и качественным характеристикам профессиональной деятельности.

Отсутствие или недостаточное развитие этих качеств снижает эффективность профессиональной деятельности. В связи с этим важным фактором успешной деятельности пожарного-спасателя как профессионала является постоянное развитие и совершенствование профессионально важных качеств, навыков и умений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дежкина, Ю.А. Развитие профессионально важных качеств сотрудников государственной противопожарной службы МЧС России в процессе профессионализации: автореф. дисс. ... канд. псих. наук: 19.00.03 / Ю.А. Дежкина; Рос. гос. пед. ун-т. – СПб., 2008. – 23 с.
2. Ильин, Е.П. Дифференциальная психология профессиональной деятельности / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2008. – 432 с.
3. Кремень, М.А. Психологические аспекты системного анализа в деятельности специалистов органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям / М.А. Кремень [и др.] // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2014. – Т. 20, № 2. – С. 69–74.
4. Кремень, М.А. Психологические аспекты управленческой деятельности специалистов органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям / М.А. Кремень, А.П. Герасимчик, А.Б. Богданович // Проблемы упр. – 2017. – Т. 66, № 4. – С. 44–48.
5. Кремень, М.А. Психологические аспекты управленческой деятельности специалистов органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям / М.А. Кремень, А.П. Герасимчик, А.Б. Богданович, В.Н. Сергеев // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2014. – Т. 19, № 1. – С. 82–88.
6. Кремень, М.А. Психология безопасности жизнедеятельности: информационный компонент / М.А. Кремень [и др.] // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2015. – Т. 22, № 2. – С. 105–112.
7. Кремень, М.А. Спасателю о психологии / М.А. Кремень. – Минск: Изд. центр БГУ, 2003. – 136 с.
8. Марьин, М.И. Исследование влияния условий труда на функциональное состояние пожарных / М.И. Марьин, Е.С. Соболев // Психологический журнал. – 1990. – Т. 11, № 1. – С. 102–108.

9. Марьин, М.И. Профессиография основных видов деятельности сотрудников Государственной противопожарной службы МВД России: пособие / М.И. Марьин [и др.]; под общ. ред. Е.А. Машалкина. – М.: ВНИИПО, 1998. – 114 с.
10. Осипов, А.В. Профессионально важные качества сотрудников пожарно-спасательных формирований на разных этапах профессионального становления: автореф. дисс. ... канд. псих. наук: 19.00.13 / Юж. федер. ун-т. – Ростов-на-Дону, 2009. – 24 с.
11. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных / под общ. ред. Ю.С. Шойгу. – М.: Смысл, 2007. – 319 с.

Психологические аспекты профессионально важных качеств пожарных-спасателей
Psychological aspects of professionally important qualities of firefighters-rescuers

Гермацкая Екатерина Игоревна

Государственное пожарное аварийно-спасательное учреждение «Республиканский отряд специального назначения» МЧС Республики Беларусь, центр кризисной психологической помощи, инспектор-психолог

Адрес: ул. Карвата, 78,
220138, г. Минск, Беларусь
e-mail: germatskaya.cat2012@yandex.by
ORCID: 0000-0001-8977-9273

Ekaterina I. Germatskaya

State Fire and Rescue Institution «Republican Special Purpose Unit» of The Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus, Crisis Psychological Center, Inspector-Psychologist

Address: ul. Karvata, 78,
220138, Minsk, Belarus
e-mail: germatskaya.cat2012@yandex.by
ORCID: 0000-0001-8977-9273

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.96>

PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF PROFESSIONALLY IMPORTANT QUALITIES OF FIREFIGHTERS-RESCUERS

Germatskaya E.I.

Purpose. The description of the main professionally important qualities and skills of fire-rescuers, aspects of their development. Determination of skills and abilities that firefighter-rescuers need to successfully complete professional tasks.

Methods. Theoretical analysis of the available results of studies of professional qualities of firefighter-rescuers, and their skills.

Findings. The conditions of activity of rescuers are described. The concepts «professionally important skills of firefighter-rescuers» and «professionally important abilities of firefighter-rescuers» are considered, their fundamental difference is determined. It was revealed that the absence or insufficient development of professionally important qualities reduce the effectiveness of professional activities of rescuers. The professionally important qualities of specialists of extreme profile are described and structured into separate groups, their role in emergency response is determined.

Application field of research. The presented results can be used to further study of the conditions and factors of the formation of skills and abilities of firefighter-rescuers to develop a program for the training extreme specialist's skills and abilities.

Keywords: extreme conditions of activity, professionally important qualities, skills, abilities, psychological training, emergency.

(The date of submitting: November 25, 2019)

REFERENCES

1. Dezhkina Yu.A. *Razvitie professional'no vazhnykh kachestv sotrudnikov gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MChS Rossii v protsesse professionalizatsii* [Development of professionally important qualities of employees of the state fire-fighting service EMERCOM of Russia in the process of professionalization]. Grand PhD psych. sci. diss. Synopsis: 19.00.03. Herzen State Pedagogical University of Russia. Saint Petersburg, 2008. 23 p. (rus)
2. Il'in E.P. *Differentsial'naya psikhologiya professional'noy deyatel'nosti* [Differential psychology of professional activities]. Saint Petersburg: Piter, 2008. 432 p. (rus)
3. Kremen' M.A., Gerasimchik A.P., Bogdanovich A.B., Sergeev V.N. Psikhologicheskie aspekty sistemnogo analiza v deyatel'nosti spetsialistov organov i podrazdeleniy po chrezvychaynym situatsiyam [Psychological aspects of the system analysis in activity of agencies and departments for emergency]. *Vestnik Komandno-inzhenernogo instituta MChS Respubliki Belarus'*, 2014. Vol. 20, No. 2. Pp. 69–74. (rus)
4. Kremen' M.A., Gerasimchik A.P., Bogdanovich A.B. Psikhologicheskie aspekty upravlencheskoy deyatel'nosti spetsialistov organov i podrazdeleniy po chrezvychaynym situatsiyam [Psychological aspects of administrative activity of specialists of agencies and departments for emergency]. *Problemy upravleniya*, 2017. Vol. 66, No. 4. Pp. 44–48. (rus)
5. Kremen' M.A., Gerasimchik A.P., Bogdanovich A.B., Sergeev V.N. Psikhologicheskie aspekty upravlencheskoy deyatel'nosti spetsialistov organov i podrazdeleniy po chrezvychaynym situatsiyam [Psychological aspects of administrative activity of specialists of agencies and departments for emergency]. *Vestnik Komandno-inzhenernogo instituta MChS Respubliki Belarus'*, 2014. Vol. 19, No. 1. Pp. 82–88. (rus)
6. Kremen' M.A., Gerasimchik A.P., Bogdanovich A.B., Sergeev V.N., Novitskiy V.V. Psikhologiya bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: informatsionnyy komponent [Psychology of life safety information component]. *Vestnik Komandno-inzhenernogo instituta MChS Respubliki Belarus'*, 2015. Vol. 22, No. 2. Pp. 105–112. (rus)
7. Kremen' M.A. *Spasatelyu o psikhologii* [Psychology for rescuer]. Minsk: Izdatel'skiy tsentr BGU, 2003. 136 p. (rus)
8. Mar'in M.I., Sobolev E.S. Issledovanie vliyaniya usloviy truda na funktsional'noe sostoyanie pozharnykh [Study of the influence of working conditions on the functional state of firefighters]. *Psikhologicheskii zhurnal*, 1990. Vol. 11, No. 1. Pp. 102–108. (rus)
9. Mar'in M.I. [et al.]. *Professiografiya osnovnykh vidov deyatel'nosti sotrudnikov Gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MVD Rossii* [Prof biography of the main activities of employees of the State fire

- fighting service of the Ministry of internal affairs of Russia]: handbook. Ed. by Mashalkin E.A. Moscow: FGBU VNIPO of EMERCOM of Russia, 1998. 114 p. (rus)
10. Osipov A.V. Professional'no vazhnye kachestva sotrudnikov pozharno-spasatel'nykh formirovaniy na raznykh etapakh professional'nogo stanovleniya [Professionally important qualities of employees of fire and rescue units at different stages of professional development]. Grand PhD psych. sci. diss. Synopsis: 19.00.13. Souther Federal University. Rostov-on-Don, 2009. 24 p. (rus)
 11. Psikhologiya ekstremal'nykh situatsiy dlya spasateley i pozharnykh [Psychology of extreme situations for rescuers and firefighters]. Ed. by Shoygu Yu.S. Moscow: Smysl, 2007. 319 p. (rus)

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.106>

УДК [343.85:328.185]: 614.8

ХИЩЕНИЕ ПУТЕМ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЯ СЛУЖЕБНЫМИ ПОЛНОМОЧИЯМИ: К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ КОРРУПЦИОННЫХ РИСКОВ В ОПЧС

Пасовец Е.Ю., Демченко Д.А.

В работе рассмотрены теоретические и правовые аспекты противодействия коррупции в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям (ОПЧС) с учетом анализа действующего законодательства и современного развития научного знания в данной области в различных странах мира. Уделено внимание такому составу коррупционного преступления, как хищение путем злоупотребления служебными полномочиями в контексте выявления возможных коррупционных рисков при осуществлении служебной деятельности и их профилактики. Обозначена объективная необходимость в разработке научно-методических рекомендаций по снижению коррупционных рисков в целях предотвращения хищения путем злоупотребления служебными полномочиями. Для этого предлагается выявить категорию возможных субъектов совершения хищения путем злоупотребления служебными полномочиями, определить уязвимые для коррупции сферы деятельности ОПЧС, исследовать следственно-прокурорскую практику в области квалификации преступления «хищение путем злоупотребления служебными полномочиями», сформировать эффективные профилактические предложения в рассматриваемом сегменте деятельности.

Ключевые слова: коррупция, коррупционные риски, хищение, злоупотребления служебными полномочиями, коррупционные преступления.

(Поступила в редакцию 17 декабря 2019 г.)

Проблему коррупции в современный период можно обнаружить практически в любой стране мира. В Республике Беларусь противодействию этому сложному социальному явлению уделяется пристальное внимание. На сегодня деятельность в данном направлении регламентирована различными договорами и нормативными документами. На протяжении последних лет наблюдается увеличение количества учтенных коррупционных преступлений. Это свидетельствует, прежде всего, об активизации деятельности правоохранительных органов по их выявлению и пресечению.

История возникновения коррупции уходит в далекое прошлое: библейские тексты содержат факты, которые расцениваются в современном мире как проявления коррупции. Историко-правовые исследования неоспоримо доказывают, что коррупция в обществе существовала всегда. В большей или меньшей степени коррупция была присуща всем временам и народам. Сегодня коррупция негативно влияет на стабильность в обществе и государстве, напрямую угрожает национальным интересам, деформирует систему духовно-нравственных ценностей. В современном обществе коррупцию целесообразно определять не как подкуп и продажность политических деятелей, государственных чиновников и должностных лиц, а как социально опасное явление, которое вносит дезорганизацию в работу системы государственного управления [1].

В Законе Республики Беларусь от 15 июля 2015 г. «О борьбе с коррупцией» дается следующее определение термина: «коррупция – умышленное использование государственным должностным или приравненным к нему лицом либо иностранным должностным лицом своего служебного положения и связанных с ним возможностей в целях противоправного получения имущества или другой выгоды в виде работы, услуги, покровительства, обещания преимущества для себя или для третьих лиц, а равно подкуп государственного должностного или приравненного к нему лица либо иностранного должностного лица путем предоставления им имущества или другой выгоды в виде работы, услуги, покровительства, обещания преимущества для них или для третьих лиц с тем, чтобы это государственное должностное

или приравненное к нему лицо либо иностранное должностное лицо совершили действия или воздержались от их совершения при исполнении своих служебных (трудовых) обязанностей, а также совершение указанных действий от имени или в интересах юридического лица, в том числе иностранного»¹. Другими словами, коррупция есть не что иное, как деятельность, сопряженная с противоправным использованием в личных интересах служебного положения. Основная ее цель – противоправное получение имущества или другой выгоды в виде работы, услуги, покровительства, обещания преимущества для себя или для третьих лиц.

На современном этапе в Республике Беларусь сформировалась система организации борьбы с коррупцией, которая включает:

- разработку и принятие антикоррупционной нормативной правовой базы и определение механизма ее использования;
- разграничение между государственными органами их функций, зон ответственности и организацию взаимодействия по противодействию коррупции;
- создание и обеспечение деятельности специальных подразделений по борьбе с коррупцией;
- образование на различных уровнях комиссий, координационных советов и совещаний по борьбе с преступностью и коррупцией; специальных информационно-аналитических и криминалистических центров;
- обеспечение научного сопровождения деятельности государственных органов по борьбе с коррупцией;
- использование государственных СМИ, активное вовлечение граждан, общественных организаций и трудовых коллективов в деятельность по противодействию коррупции².

Основу нормативной правовой базы, регулирующей работу по борьбе с коррупцией, составляет: Конституция Республики Беларусь, Закон Республики Беларусь от 15 июля 2015 г. № 305-З «О борьбе с коррупцией», Закон Республики Беларусь от 14 июня 2003 г. № 204-З «О государственной службе в Республике Беларусь», Закон Республики Беларусь от 4 января 2014 г. № 112-З «Об основах деятельности по профилактике правонарушений», Закон Республики Беларусь от 4 января 2003 г. № 174-З «О декларировании физическими лицами доходов и имущества», Уголовный кодекс Республики Беларусь от 9 июля 1999 г. № 275-З (далее – УК), Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях от 21 апреля 2003 г. № 194-З, Трудовой кодекс Республики Беларусь от 26 июля 1999 г. № 296-З, Декрет Президента Республики Беларусь от 15 декабря 2014 г. № 5 «Об усилении требований к руководящим кадрам и работникам организаций», постановление Совета Министров Республики Беларусь от 26 декабря 2011 г. № 1732 «Об утверждении Типового положения о комиссии по противодействию коррупции», постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 апреля 2015 г. № 326 «О внесении дополнений и изменений в Типовое положение о комиссии по противодействию коррупции» и др. Отметим, этот перечень не является исчерпывающим³. Наличие такой законодательной базы и постоянное ее совершенствование свидетельствуют об активно проводимой государством политике по противодействию коррупции.

¹ О борьбе с коррупцией [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 15 июля 2015 г., № 305-З / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: http://pravo.by/upload/docs/op/N11500305_1437598800.pdf. – Дата доступа: 19.07.2019.

² Борьба с коррупцией – важнейшая государственная задача в деле укрепления независимости и суверенитета Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Витебский областной исполнительный комитет. – Режим доступа: http://vitebsk-region.gov.by/ru/novosti-vitebskoj-transportnoj-prokuratury/view/borba-s-korrupsiej-vazhneshaja-gosudarstvennaja-zadacha-v-dele-ukrepleniya-nezavisimosti-i-suvereniteta-14603/?is_announnce=1. – Дата доступа: 22.10.2019.

³ Нормативные правовые акты, регулирующие работу по борьбе с коррупцией [Электронный ресурс] / Могилевский областной исполнительный комитет. – Режим доступа: <http://mogilev-region.gov.by/page/75351-normativnye-pravovye-akty-reguliruyushchie-rabotu-po-borbe-s-korrupciey>. – Дата доступа: 22.10.2019.

В целях выбора наиболее эффективного пути совершенствования в направлении противодействия коррупции, полагаем, необходимо изучить международный опыт в данном направлении. Например, анализ теории, практики и нормативных правовых актов Германии дает общее представление об антикоррупционной системе этой страны, которая базируется на следующих принципах [2]:

- охрана государственной казны и конкуренции посредством регистра коррупции;
- создание стимулов для новой этики предпринимательства;
- запрещение должностным лицам, уволенным со службы за оказание протекции, в течение пяти лет иметь отношение к предпринимательству;
- ликвидация пробелов в законодательстве;
- санкционированный контроль за телефонными разговорами;
- урегулирование положения главного свидетеля посредством смягчения наказания;
- усиление уголовного преследования путем создания центров по борьбе с коррупцией;
- обеспечение широкой гласности своей деятельности;
- создание телефонов доверия;
- усиление контроля с целью предупреждения самообогащения и злоупотребления субъективным правом.

Уголовный кодекс Канады приравнивает взяточничество к нарушению Конституции и акту государственной измены. Уголовному наказанию подлежит как получившее взятку лицо, так и давшее ее. Нормы конституционного права Канады направлены как против зависимости парламента от бизнеса, так и против использования депутатами служебного положения в корыстных целях [3].

Существует довольно распространенное мнение, что коррупцию можно победить с помощью сильного государства, диктатуры, репрессий. Однако китайский опыт, где показательные расстрелы должностных лиц давно стали привычными, подтверждает обратное. Репрессивные меры при кажущейся эффективности не всегда дают желаемый результат: количество взяточников уменьшается, как правило, незначительно, а суммы взяток автоматически увеличиваются в разы как плата за повышенный риск [4].

В Израиле антикоррупционная атмосфера обеспечивается системой определенного дублирования мониторинга за возможными коррупционными действиями, который осуществляется правительственными организациями и специальными подразделениями полиции, ведомством Государственного контролера, обладающего независимостью, и общественными организациями. Эти организации исследуют возможные коррупционные точки, а в случае их обнаружения – информируют органы расследования. Причем полученная информация должна в обязательном порядке доводиться до общественности. В Израиле в силу значительных социальных льгот для чиновников и безжалостного их наказания при обнаружении коррупции низовая коррупция практически отсутствует [5].

Таким образом, зарубежные антикоррупционные программы характеризуются использованием разнообразных способов и приемов борьбы, базирующихся в основном на предупреждении коррупции.

В Республике Беларусь совместным постановлением от 27 декабря 2013 г. Генеральной прокуратуры, Комитета государственного контроля, Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь, Министерства внутренних дел, Комитета государственной безопасности, Следственного комитета установлен перечень коррупционных преступлений, который включает 10 составов преступлений:

- хищение путем злоупотребления служебными полномочиями (ст. 210 УК);
- легализация материальных ценностей, приобретенных преступным путем, совершенная должностным лицом с использованием своих служебных полномочий (ст. 235 УК);
- злоупотребление властью или служебными полномочиями из корыстной или иной личной заинтересованности (ст. 424 УК);

- бездействие должностного лица из корыстной или иной личной заинтересованности (ст. 425 УК);
- превышение власти или служебных полномочий из корыстной или иной личной заинтересованности (ст. 426 УК);
- незаконное участие в предпринимательской деятельности (ст. 429 УК);
- получение взятки (ст. 430 УК);
- дача взятки (ст. 431 УК);
- посредничество во взяточничестве (ст. 432 УК);
- злоупотребление властью, превышение власти либо бездействие власти, совершенные из корыстной или иной личной заинтересованности (ст. 455 УК)⁴.

Из перечня видно, что хищение путем злоупотребления служебными полномочиями относится к коррупционным преступлениям. Вместе с тем в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь имеются факты возбуждения уголовных дел в отношении работников, совершивших преступления в рамках ст. 210 УК. При анализе методического обеспечения, существующего в рамках противодействия коррупции в ОПЧС установлено, что данному составу внимание практически не уделено. Существующие рекомендации в большей части раскрывают алгоритмы предупреждения коррупционных рисков и совершения таких преступлений, как: получение взятки, дача взятки, посредничество во взяточничестве, злоупотребление властью, превышение власти и т. д. В связи с этим в целях совершенствования профилактической деятельности по хищениям, совершенным путем злоупотребления служебными полномочиями, существует объективная необходимость разработки эффективных алгоритмов в форме научно-методических рекомендаций и внедрение их в практическую деятельность. Представляется, что для формирования научно-методических рекомендаций целесообразно использовать комплексный подход, а именно:

- изучить международную практику в области профилактики коррупционных рисков и совершения преступлений в рамках юридического состава «хищение путем злоупотребления служебными полномочиями»;
- выявить категорию возможных субъектов совершения хищения путем злоупотребления служебными полномочиями в ОПЧС;
- определить уязвимые для коррупции сферы деятельности в ОПЧС на предмет совершения хищения путем злоупотребления служебными полномочиями;
- исследовать следственно-прокурорскую практику в области квалификации преступления «хищение путем злоупотребления служебными полномочиями».

Состав преступления, предусмотренного ст. 210 УК достаточно сложный. В научной литературе имеются различные дефиниции «хищения». В большинстве случаев они сводятся к тому, что хищение есть корыстные посягательства на собственность, связанные с завладением чужим имуществом. Объектом «хищения путем злоупотребления служебными полномочиями» являются отношения собственности по поводу владения, пользования или распоряжения имуществом. Предметом преступления согласно ст. 210 УК выступает имущество и право на имущество.

В процессе изучения правоприменительной практики квалификации коррупционных деяний становится ясно, что субъект преступления в рамках хищения путем злоупотребления служебными полномочиями – должностное лицо, которое наделено определенными полномочиями относительно материальных объектов, такими как хранение, реализация (распределение), обеспечение учета, списания и т.п. Относительно органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям, представляется, субъектом преступления выступает материально

⁴ «Борьба с коррупцией в стране – не разовая акция, а системная ежедневная работа». Генпрокурор Александр Конюк представил антикоррупционный декрет на заседании Палаты представителей Национального собрания [Электронный ресурс] / Генеральная прокуратура Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.prokuratura.gov.by/ru/info/sobytiya-i-meropriyatiya/borba-s-korrupsiyey-v-strane-ne-razovaya-aktsiya-a-sistemnaya-ezhednevnyaya-rabota-genprokuror-aleksa/>. – Дата доступа: 22.10.2019.

ответственное лицо, которое наделено определенными полномочиями в соответствии с локальными нормативными правовыми актами.

В соответствии с комментарием к УК объективная сторона хищения состоит в использовании должностным лицом своих служебных полномочий для завладения чужим имуществом или приобретения права на него. При хищении путем злоупотребления служебными полномочиями должностное лицо завладевает чужим имуществом (или приобретает право на него), допуская различные злоупотребления по службе, т. е. совершает те или иные незаконные действия вопреки интересам службы. Учеными сгруппированы различные варианты осуществления хищения путем злоупотребления служебными полномочиями: а) в опосредованном распоряжении имуществом; б) праве совершать действия, имеющие юридическое значение; в) непосредственном завладении вверенным должностному лицу имуществом [6].

Первый способ совершения хищения путем злоупотребления служебными полномочиями характеризуется тем, что должностное лицо, злоупотребляя предоставленными ему полномочиями по хозяйственному управлению имуществом, отдает приказы и распоряжения материально ответственным лицам (через подчиненных по службе или работе лиц), которым вверено данное имущество, о его незаконном списании или передаче в чужую собственность (свою пользу или пользу близких ему лиц). Фактически в данном случае можно говорить о том, что имущество находится в ведении виновного, т. е. на балансе и банковских счетах организации, включая денежные средства, в отношении которых субъект преступления был наделен административно-хозяйственными функциями (по управлению, учету, контролю, реализации). Например, создание и присвоение излишков товарно-материальных ценностей, которые могли образоваться в результате неправильного (незаконного учета) с последующим их присвоением. В органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям примером таких хищений может служить хищение горюче-смазочных материалов.

Второй способ совершения хищения путем злоупотребления служебными полномочиями связан с тем, что должностное лицо совершает различные действия, которые имеют юридическое значение посредством незаконного оформления документов, на основании которых имущество собственника противоправно переходит в пользу должностного лица или его близких. В данном случае хищение представляет собой обращение в свою собственность должностным лицом денежных средств или иных ценностей по заведомо фиктивным документам, которые это лицо изготавливает, используя свои полномочия. К числу характерных способов совершения данного преступления можно отнести: умышленное незаконное получение должностным лицом средств в качестве премий, надбавок к заработной плате, пенсий, пособий и других выплат; обращение в свою собственность средств по заведомо фиктивным трудовым соглашениям или иным договорам под видом заработной платы за работу или услуги, которые фактически не выполнялись или были выполнены не в полном объеме; заведомо незаконное назначение или выплата должностным лицом в корыстных целях денежных средств в качестве различных платежей лицам, не имеющим права на их получение, с последующим их перераспределением между собой.

Третий способ совершения хищения путем злоупотребления служебными полномочиями связан с непосредственным завладением вверенным имуществом самому должностному лицу. Часто такие ситуации имеют место, когда должностное лицо, будучи уполномоченным государственного или иного органа на получение какого-либо имущества, поступающего от отдельных граждан (уплата штрафа, плата за услуги и т. п.), при получении этого имущества не передает его по назначению, а обращает в свою пользу. На сегодня к числу таких хищений судебная практика относит следующие деяния: присвоение денежных средств, полученных должностным лицом за оказанные услуги, выполненные работы; изъятие из кассы денежных сумм и их присвоение должностным лицом; присвоение имущества, переданного должностному лицу в качестве уплаты штрафа, и т. д. Обратим внимание, что квалификация хищения путем злоупотребления служебными полномочиями возможна

и относительно подарков должностному лицу. Согласно Закону «О борьбе с коррупцией» государственный служащий не вправе принимать имущество (подарки) или получать другую выгоду в виде услуги в связи с исполнением служебных обязанностей⁵. Однако если должностному лицу во время протокольного или иного официального мероприятия преподнесут сувенир на сумму не более 5 базовых величин, он не будет являться предметом хищения и его можно оставить для личного пользования. В случае если стоимость подарка дороже, он передается в доход государства по решению специально созданной комиссии по месту работы должностного лица. Законодательством предусмотрено, что о любом подарке, полученном с нарушением норм права, должностные лица должны письменно сообщить по месту своей работы и безвозмездно сдать полученное либо возместить его стоимость. Интересно, что такой же алгоритм действий предусмотрен, если имущество с нарушением законодательства получают близкие родственники должностного или приравненного к нему лица, проживающие совместно с ним и ведущие общее хозяйство. В зависимости от обстоятельств данные деяния могут квалифицироваться в том числе как взятка.

Субъективная сторона хищения путем злоупотребления служебными полномочиями характеризуется прямым умыслом и корыстной целью, общее содержание которых состоит в следующем: а) должностное лицо сознает, что завладевает имуществом или приобретает право на имущество, совершая действия, не соответствующие его служебным полномочиям; б) виновный предвидит неизбежность причинения своими действиями прямого имущественного ущерба в виде уменьшения имущества организации; в) лицо желает извлечь имущественную выгоду или обогатить других лиц за чужой счет.

Принимая во внимание, что материально ответственное лицо имеется в каждом подразделении по чрезвычайным ситуациям, где объективно есть в наличии различные материальные ценности, необходимо учитывать возможность проявления коррупционных рисков при выполнении служебной деятельности. Разработка и внедрение научно-методических рекомендаций по снижению коррупционных рисков в целях предотвращения хищения путем злоупотребления служебными полномочиями – это системная комплексная работа, которая требует инновационных научных подходов и глубокого исследования практики не только в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям, но и в других государственных органах. Результат ее позволит снизить количество коррупционных уголовных дел, возбуждаемых в соответствии со ст. 210 УК в отношении работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. Например, в целях минимизации коррупционных рисков для недопущения присвоения горюче-смазочных материалов целесообразно применение на автотранспортных средствах приборов учета расходования горюче-смазочных материалов, которые будут фиксировать показания в режиме реального времени, что позволит снизить нецелевое расходование топлива и повысить дисциплину должностных лиц, а также сделать хищения топлива практически невозможными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономические и социальные проблемы России: проблемно-тематический сборник / под ред. В.А. Виноградова [и др.]. – Москва: ИНИПОН, 1998. – 154 с.
2. Моисеев, В.В. Европейский опыт борьбы с коррупцией / В.В. Моисеев // Человек и труд. – 2011. – № 10. – С. 32–33.
3. Швец, Е.В. Некоторые аспекты международно-правового сотрудничества государств – членов Совета Европы в области борьбы с коррупцией / Е.В. Швец // Журнал российского права. – 2000. – № 7. – С. 65–73.
4. Ахметова, Н.А. Международный опыт противодействия коррупции / Н.А. Ахметова // Власть. – 2009. – № 12. – С. 73–75.

⁵ См. сноску 1.

5. Кузнецов, Ю.Л. Российское и зарубежное законодательство о мерах противодействия коррупции / Ю.Л. Кузнецов, Ю.Р. Силинский, А.В. Хомутова. – Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 1999. – 146 с.
6. Комментарий к Уголовному кодексу Республики Беларусь / Н.Ф. Ахраменка, Н.А. Бабий, А.В. Барков и др.; под общ. ред. А.В. Баркова. – Минск: Тесей, 2003. – 1200 с.

**Хищение путем злоупотребления служебными полномочиями:
к вопросу о снижении коррупционных рисков в ОПЧС**

**Thievery by abuse of official authorities:
about reducing corruption risks in emergency bodies**

Пасовец Елена Юрьевна

кандидат юридических наук, доцент

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты МЧС
Беларуси», кафедра организации службы,
надзора и правового обеспечения, доцент

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
e-mail: lena.eu@tut.by
ORCID: 0000-0003-0705-9155

Elena Yu. Pasovets

PhD in Juridical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus», Chair
of Organization of Service, Supervision and Law
Support, Associate Professor

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus
e-mail: lena.eu@tut.by
ORCID: 0000-0003-0705-9155

Демченко Дмитрий Александрович

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты МЧС
Беларуси», факультет подготовки
руководящих кадров, слушатель

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

Dmitry A. Demchenko

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Administration Training Faculty, Student

Address: ul. Mashinostroiteley, 25,
220118, Minsk, Belarus

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.106>

**THEIVERY BY ABUSE OF OFFICIAL AUTHORITIES:
ABOUT REDUCING CORRUPTION RISKS IN EMERGENCY BODIES**

Pasovets E.Yu., Demchenko D.A.

The paper discusses the theoretical and legal aspects of combating corruption emergency bodies taking into account the analysis of current legislation and the modern development of scientific knowledge in this field in different world countries. The attention is paid to such a corruption crime as theft by abuse of power in the context of identifying possible corruption risks in the performance of official activities and their prevention. The objective necessity for the development of scientific and methodological recommendations to reduce corruption risks in order to prevent thievery by abuse of authority is indicated. For this purpose, it is proposed to identify the category of potential subjects of theft by abuse of official authority, to identify areas of activity of the emergency bodies vulnerable to corruption, to study investigative and prosecutorial practice in the field of crime qualification «thievery by abuse of official authority», and, as a result, to form effective preventive proposals in this segment activities.

Keywords: corruption, corruption risks, thievery, abuse of authority, corruption crimes.

(The date of submitting: December 17, 2019)

REFERENCES

1. *Ekonomicheskie i sotsial'nye problemy Rossii: problemno-tematicheskiy sbornik* [Economic and social problems of Russia: problematic and thematic collection]. Ed. by V.A. Vinogradov [et al.]. Moscow: INIPON, 1998. 154 p. (rus)
2. Moiseev V.V. Evropeyskiy opyt bor'by s korruptsiyey [European experience in the fight against corruption]. *Chelovek i trud*, 2011. No. 10. Pp. 32–33. (rus)
3. Shvets E.V. Nekotorye aspekty mezhdunarodno-pravovogo sotrudnichestva gosudarstv – chlenov Soveta Evropy v oblasti bor'by s korruptsiyey [Some aspects of the international legal cooperation of the Council of Europe member states in the fight against corruption]. *Journal of Russian Law*, 2000. No. 7. Pp. 65–73. (rus)
4. Akhmetova N.A. Mezhdunarodnyy opyt protivodeystviya korruptsii [International experience of combating corruption]. *Power*, 2009. No. 12. Pp. 73–75. (rus)
5. Kuznetsov Yu.L., Silinskiy Yu.R., Khomutova A.V. *Rossiyskoe i zarubezhnoe zakonodatel'stvo o merakh protivodeystviya korruptsii* [Russian and foreign legislation on anti-corruption measures]. Vladivostok: Izdatel'stvo Dal'nevostochnoy gosudarstvennoy akademii ekonomiki i upravleniya, 1999. 146 p. (rus)
6. Akhramenka N.F., Babiy N.A., Barkov A.V. et al. *Kommentariy k Ugolovnomu kodeksu Respubliki Belarus'* [Commentary on the Criminal code of the Republic of Belarus]. Ed. by A.V. Barkov. Minsk: Tesey, 2003. 1200 p. (rus)

**ПРАВИЛА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ
статей для публикации в научном журнале
«Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси»**

1. Направляемые в «Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси» статьи должны представлять результаты научных исследований и испытаний, описания технических устройств и программно-информационных продуктов, проблемные обзоры, краткие сообщения, комментарии к нормативно-техническим документам, справочные материалы и т. п.

2. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.). В этот объем входят таблицы, фотографии, графики, рисунки и список литературы.

3. Статья предоставляется в двух экземплярах. Второй экземпляр статьи должен быть постранично пронумерован и подписан всеми авторами. К рукописи статьи прилагаются: а) рекомендация кафедры, научной лаборатории или учреждения образования; б) экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати; в) подписанный лицензионный договор на право опубликования статьи (заключается с каждым автором отдельно и печатается с двух сторон на одном листе). Форма договора размещена на сайте журнала: <http://vestnik.ucp.by>.

4. Электронная версия статьи, подготовленная в текстовом редакторе Microsoft Word, предоставляется на стандартных носителях либо по электронной почте на адрес: vestnik@ucp.by. Рисунки прилагаются дополнительно как отдельные файлы графического формата.

5. Материал статьи излагается в следующем порядке:

1) информация об авторах (на отдельном листе): фамилия, имя, отчество – полностью, ученая степень, ученое звание, место работы (полное название, адрес с указанием индекса и страны), должность, рабочий телефон, e-mail (обязательно), имеющиеся персональные идентификационные номера в наукометрических базах (при этом обязательным является указание SPIN-кода РИНЦ, идентификатора ORCID). Если авторов несколько, указывается корреспондент по вопросам содержания статьи;

2) номер УДК (универсальная десятичная классификация);

3) название статьи;

4) аннотация (не менее 200 и не более 300 слов) является основным источником информации о статье, может публиковаться самостоятельно в реферативных журналах и информационных системах в отрыве от основного текста и, следовательно, должна быть понятной без обращения к самой публикации. Аннотация должна раскрывать: *цель* (определяется круг рассматриваемых вопросов, обозначаются цель и задачи работы, объект и предмет исследования); *методы* (излагаются подходы, методы и технологии исследования); *результаты* (приводятся наиболее значимые теоретические положения, экспериментальные данные, подчеркивается их актуальность и новизна); *область применения исследований* (описываются возможности использования полученных результатов, отмечается их научно-практическая значимость);

5) ключевые слова и словосочетания статьи (не более 12 слов);

6) дата поступления статьи (месяц и год);

7) введение; основная часть статьи; заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

8) указание на источник финансирования (если статья подготовлена в рамках выполнения гранта научных исследований);

9) список цитированной литературы. Для каждого источника указывается (при наличии) его DOI. Эксперты международных наукометрических баз данных негативно воспринимают включение в список цитированной литературы источников локального характера (постановлений, законов, инструкций, неопубликованных отчетов, диссертаций, авторефератов и т. п.), электронных материалов и ресурсов сети Интернет. Поэтому ссылки на такие источники рекомендуем оформлять в виде постраничных сносок со сквозной нумерацией.

На отдельной странице на английском языке приводятся следующие сведения: информация об авторах; название статьи; аннотация, обязательно включающая следующие пункты: purpose, methods, findings, application field of research; ключевые слова и словосочетания; транслитерация на латинице и перевод на английский язык списка цитированной литературы.

Для русскоязычных источников в транслитерации на латинице приводятся фамилия, имя, отчество авторов, названия статей, журналов (если нет англоязычного названия), материалов конференций, издательств и на английском языке – названия публикаций и выходные сведения (город, том и номер издания, страницы). Для транслитерации на латиницу следует применять систему транслитерации BGN, при этом можно использовать интернет-ресурсы, например сайт: <http://translit.net>.

Основные требования к оформлению статей, предоставляемых в научный журнал, и пример оформления статьи размещены на сайте издания: <http://vestnik.ucp.by>.

6. Содержание разделов статьи, таблицы, рисунки, цитированная литература должны отвечать требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 7.1-2003 и Инструкции о порядке оформления квалификационной научной работы (диссертации) на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, автореферата и публикаций по теме диссертации, утвержденной постановлением ВАК Беларуси от 28 февраля 2014 г. № 3.

7. Редакция оставляет за собой право на изменения, не искажающие основного содержания статьи. Рукописи отклоненных статей авторам не возвращаются.

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»**

Факультет заочного обучения

Проводит:

Подготовку по специальностям:

1-94 01 01 «Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций» с присвоением квалификации «Инженер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций». Форма обучения – заочная. Срок обучения – 5 лет.

1-94 02 02 «Пожарная и промышленная безопасность» с присвоением квалификации «Инженер по пожарной и промышленной безопасности». Форма обучения – заочная. Срок обучения – 5 лет.

По окончании обучения выдается диплом о высшем образовании государственного образца.

Факультет безопасности жизнедеятельности

Проводит:

Переподготовку лиц с высшим образованием по специальностям:

1-94 02 73 «Ликвидация чрезвычайных ситуаций и гражданская оборона» с присвоением квалификации «Инженер по безопасности». Срок обучения – 18 месяцев. Форма обучения – заочная (три сессии).

1-94 02 72 «Инжиниринг безопасности объектов строительства» с присвоением квалификации «Инженер по безопасности». Срок обучения – 18 месяцев. Форма обучения – заочная (три сессии).

1-94 02 71 «Промышленная безопасность» с присвоением квалификации «Инженер по промышленной безопасности». Срок обучения – 18 месяцев. Форма обучения – заочная (три сессии).

1-59 01 06 «Охрана труда в отраслях непроизводственной сферы» с присвоением квалификации «Специалист по охране труда». Срок обучения – 19 месяцев. Форма обучения – заочная (четыре сессии).

По окончании обучения выдается диплом государственного образца о переподготовке на уровне высшего образования.

Повышение квалификации для руководящих работников и специалистов, имеющих высшее или среднее специальное образование, по образовательным программам:

- «Экспертная деятельность»;
- «Экспертная деятельность» для работников проектных организаций;
- «Экспертная деятельность» для работников органов и подразделений по ЧС;
- «Пожарная безопасность. Предупреждение чрезвычайных ситуаций. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны»;
- «Монтаж, наладка и техническое обслуживание систем автоматической пожарной сигнализации, систем автоматического пожаротушения, систем противодымной защиты, систем передачи извещений, систем оповещения о пожаре и управления эвакуацией» (очная/заочная (дистанционная) форма обучения);
- «Техническое обслуживание систем пожарной автоматики»;
- «Проектирование систем автоматической пожарной сигнализации, систем автоматического пожаротушения, систем противодымной защиты, систем передачи извещений, систем оповещения о пожаре и управления эвакуацией»;
- «Лица, осуществляющие капитальный ремонт (перезарядку) огнетушителей, торговлю средствами противопожарной защиты» (очная/заочная (дистанционная) форма обучения);
- «Выполнение работ с применением огнезащитных составов (инженерно-технические работники)»;
- «Обеспечение пожарной безопасности на объектах Республики Беларусь»;
- «Обеспечение пожарной безопасности на объектах с массовым пребыванием людей»;
- «Промышленная безопасность» (заочная (дистанционная) форма обучения);
- «Радиационная безопасность, радиационный контроль» (для лиц, ответственных за радиационную безопасность, радиационный контроль в организациях медицинского профиля);
- «Радиационная безопасность, радиационный контроль» (для лиц, ответственных за радиационную безопасность, радиационный контроль на промышленных предприятиях и в научных учреждениях);
- «Осуществление контроля за обеспечением радиационной безопасности» (для лиц, ответственных за осуществление контроля за обеспечением радиационной безопасности на промышленных предприятиях и в научных учреждениях);
- «Осуществление контроля за обеспечением радиационной безопасности» (для лиц, ответственных за осуществление контроля за обеспечением радиационной безопасности в организациях медицинского профиля);
- «Основы обеспечения ядерной и радиационной безопасности» (для лиц, участвующих в обеспечении ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации объектов использования атомной энергии).

Обучающие курсы для лиц, имеющих профессионально-техническое и общее среднее образование, по образовательным программам:

- «Монтаж, наладка и техническое обслуживание систем автоматической пожарной сигнализации, систем автоматического пожаротушения, систем противодымной защиты, систем передачи извещений, систем оповещения о пожаре и управления эвакуацией» (очная/заочная (дистанционная) форма обучения);
- «Техническое обслуживание систем пожарной автоматики»;
- «Выполнение работ с применением огнезащитных составов (исполнители работ)»;
- «Обеспечение пожарной безопасности на объектах с массовым пребыванием людей»;
- «Пожарно-технический минимум».

Семинары по образовательным программам:

- «Первая помощь пострадавшим в чрезвычайных ситуациях»;
- «Расчет предела огнестойкости (железобетонных, металлических, деревянных, каменных строительных конструкций)»; «Расчет времени эвакуации людей при пожаре»; «Расчет температурного режима пожара в помещении»; «Расчет величины противопожарных разрывов между зданиями, сооружениями и наружными установками»; «Расчет площади легкобросываемых конструкций»; «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»; «Порядок проектирования пассивной противопожарной защиты зданий различного назначения»; «Оптимизация затрат на обеспечение требований пожарной безопасности на основании расчетных методов»;
- «Порядок подготовки организации к пожарно-техническому обследованию»;
- «Охрана труда в организациях непромышленной сферы».

Обучение проводит профессорско-преподавательский состав университета и ведущие специалисты Республики Беларусь в области пожарной и промышленной безопасности.

Наш адрес: ул. Машиностроителей, 220118, г. Минск, 25,
тел/факс: (017) 340-71-89 (ФЗО), тел.: (017) 340-69-55, факс: (017) 340-35-58 (ФБЖ).

Дополнительная информация размещена на сайте университета: <http://ucsp.by>.

Научный журнал

Вестник
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси
Том 4, № 1, 2020

Подписано в печать 20.02.2020.
Формат 60х84 1/8.
Бумага офсетная. Цифровая печать.
Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 13,72. Уч.-изд. л. 12,63.
Тираж 110 экз. Заказ 007-2020.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты Министерства
по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/259 от 14.10.2016.
Ул. Машиностроителей, 25, 220118, Минск.