

# **ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ: ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ**

**№ 2(50) – 2021**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ**

Основан в 1995 году

Учредитель — учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь

*Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, экономических, статистических и других данных, а также за использование сведений, не подлежащих открытой публикации. Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора.*

*Статьи, поступающие для публикации в журнале, рецензируются.*

*При перепечатке материалов ссылка на журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» обязательна.*

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь по печати.

Регистрационное свидетельство  
№ 1081

Журнал включен в список научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований, утвержденный приказом ВАК Республики Беларусь от 4 июля 2005 г. № 101

Подписной индекс в каталоге РУП «Белпочта» — 007922

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

доктор технических наук, профессор  
**Альгин В.Б.**

доктор технических наук, профессор  
**Болодьян И.А.**

кандидат психологических наук, доцент  
**Герасимчик А.П.**

кандидат технических наук  
**Иванов Ю.С.** (заместитель  
главного редактора)

кандидат физико-математических наук  
**Кицак А.И.**

доктор физико-математических наук  
**Ксенофонтов М.А.**

ответственный редактор  
**Шумай С.М.**

доктор физико-математических наук,  
профессор  
**Лешенюк Н.С.**

кандидат биологических наук  
**Лупей А.Ю.**

кандидат физико-математических наук  
**Сагайдак Д.И.**

доктор технических наук  
**Саечников В.А.**

доктор технических наук  
**Тычино Н.А.** (главный редактор)

доктор технических наук  
**Хасанов И.Р.**

кандидат технических наук  
**Навроцкий О.Д.**

ответственный секретарь  
**Малашенко С.М.**



**EMERGENCY  
SITUATIONS:  
PREVENTION AND  
ELIMINATION**  
**№ 2(50) – 2021**

**SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL**

**Founded in 1995**

**Founder - institution “Scientific and Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations” of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus**

*The authors of published materials are responsible for the selection and accuracy of the facts; economic, statistical and other data, and for the using of information not subject to open publication. The editors can publish articles in discussion order, without sharing the author’s point of view.*

*Articles submitted for publication in the journal are reviewed.*

*A link to the journal "Emergency Situations: Prevention and Elimination" is required, when you are reprinting material.*

**The journal is registered by the Ministry of Information of the Republic of Belarus for Press.**

**Registration Certificate No. 1081**

**The journal is included in the list of scientific publications for publishing the results of dissertation research, approved by order of the Higher Attestation Commission of the Republic of Belarus of July 4, 2005 No. 101**

**Subscription index in the catalog of RUE “Belpochta” – 007922**

**EDITORIAL TEAM:**

Grand PhD of Technical Sciences, Professor  
**V.B. Algin**

Grand PhD of Technical Sciences, Professor  
**I.A. Bolodyan**

PhD of Psychological Sciences, associate professor  
**A.P. Gerasimchik**

PhD of Technical Sciences  
**Yu.S. Ivanov** (Deputy Chief Editor)

PhD of Physical and Mathematical Sciences  
**A.I. Kitsak**

Grand PhD of Physical and Mathematical Sciences  
**M.A. Ksenofontov**

Responsible Editor  
**S.M. Shumai**

Grand PhD of Physical and Mathematical Sciences, Professor  
**N.S. Leshenyuk**

PhD of Biological Sciences  
**A.Yu. Lupey**

PhD of Physical and Mathematical Sciences  
**D.I. Sagaidak**

Grand PhD of Technical Sciences  
**V.A. Sayechnikov**

Grand PhD of Technical Sciences  
**N.A. Tychino** (Chief Editor)

Grand PhD of Technical Sciences  
**I.R. Khasanov**

PhD of Technical Sciences  
**O.D. Navrotsky**

Responsible Secretary  
**S.M. Malashenko**



Журнал рекомендован к изданию решением Редакционно-издательского совета учреждения «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь.

Адрес редакции:

220046, г. Минск, ул. Солтыса, 183а.

Телефоны:

(017) 388-97-00

(017) 388-97-39

(017) 388-97-40

Факс: (017) 388-97-01

E-mail: niipb@mchs.gov.by

Ответственный за выпуск — *Малашенко С.М.*

Подписано к печати 06.12.2021. Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 14,88. Тираж 105 экз. Заказ 135-2021.

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, г. Минск

© *Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь, 2021*

The journal is recommended for publication by the decision of the Editorial and Publishing Council of the Scientific and Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus.

Editorial address:

220046, Minsk, Soltysa st., 183a

Phones:

(017) 388-97-00

(017) 388-97-39

(017) 388-97-40

Fax: (017) 388-97-01

E-mail: niipb@mchs.gov.by

Responsible for the issue — *S.M. Malashenko*

Signed for print 06.12.2021. Format 60 × 84/8. Offset paper.

Digital printing. Print Conv. p. 14,88. Circulation 105 copies. Order 135-2021.

Publisher and printing:

State educational institution

«University of Civil Protection of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus»

Certificate of state registration of the publisher, manufacturer, distributor of printed publications

No. 1/259 dated 14.10.2016.

Mashinostroiteley st., 25, 220118, Minsk

© *The Institution «Scientific and Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations» of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, 2021*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ОБЩИЕ ВОПРОСЫ</b> .....	9
<b>Горошко Е.Ю., Максименя Ю.А.</b> «Crime-знайка» как инновационный подход в обучении населения основам криминальной безопасности .....	9
<b>Каван Степан</b> Организация подготовки пожарных в Чешской Республике.....	19
<b>Миканович А.С., Алиев К.С.</b> Разработка модели легкобрасываемой конструкции в программном комплексе ANSYS.....	32
<b>Секотская О.В.</b> Об эффективных средствах и технологиях гражданской защиты от чрезвычайных ситуаций в рамках реализации государственной научно-технической программы «Защита от чрезвычайных ситуаций – 2020», 2016–2020.....	39
<b>Сушко А.А., Федчук И.Л.</b> Технические и педагогические аспекты применения тренажера «Переход пешеходом проезжей части» в Центре безопасности МЧС Республики Беларусь.....	50
<b>Татур М.М., Проровский В.М. Иваницкий А.Г., Ходин М.В.</b> Сравнение точности алгоритмов автоматического машинного обучения при прогнозировании обстановки с пожарами на объектах жилого сектора.....	61
<b>Ходин М.В., Мельникова О.Е., Крюков А.И.</b> Обстановка с чрезвычайными ситуациями в Республике Беларусь в I полугодии 2021 года .....	71
<b>Чешко Т.Н.</b> Влияние климатических изменений на частоту возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера в Республике Беларусь.....	77
<b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ПОЖАРОВ И АВАРИЙ.</b>	89
<b>Миканович А.С., Алиев К.С.</b> Инженерно-технические решения в области противовзрывной защиты помещений .....	89
<b>Миканович А.С., Алиев К.С.</b> Моделирование поведения легкобрасываемой конструкции в программном комплексе ANSYS .....	100
<b>Миргуламлы Ф.О., Смиловенко О.О.</b> Анализ опасностей и рисков на территории Азербайджанской Республики ...	109

<b>Давыдик М.А., Бирюк В.А., Мысливчик А.З.</b> Методы испытаний на огнестойкость светопрозрачных ограждающих конструкций на основе листового стекла .....	120
<b>Давыдик М.А., Бирюк В.А.</b> Разработка составов огнестойких стекол с заданными термомеханическими свойствами с использованием симплекс-решетчатых планов Шеффе.....	127
<b>ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ .....</b>	<b>133</b>
<b>Журов М.М., Миканович Д.С., Лямцев И.В.</b> Повышение эффективности тушения порошковыми составами и снижение эксплуатационных затрат при использовании огнетушителей работниками МЧС .....	133
<b>Кушляев В.Ф., Аграновский А.А., Кушляев Д.В.</b> Транспортно-технологические машины для условий арктической зоны Российской Федерации .....	139
<b>Старовойтов А.А., Малашенко С.М., Кашанкова В.В.</b> Разработка и внедрение в органы и подразделения МЧС Республики Беларусь облегченной модели шлема спасателя-пожарного .....	164
<b>Лукьянов А.С., Шатилов Ю.С., Цедик Н.В., Старовойтов А.А.</b> Доработка конструкции средств индивидуальной защиты рук спасателя и проведение испытаний разработанных образцов с целью определения оптимальной модели .....	171
<b>ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ .....</b>	<b>178</b>
<b>Горовых О.Г., Саевич К.Ф.</b> Ликвидация нефтяных разливов на твердой поверхности с использованием отходов Гомельского химического завода.....	178
<b>Мухамедов И.И., Мухамедов Ш.Н.</b> Совершенствование работы звена газодымозащитной службы на основе средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения .....	187
<b>СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....</b>	<b>193</b>

CONTENTS

<b>GENERAL ISSUES</b>	9
<b>E.Y. Goroshko, Y.A. Maksimenya</b> Interactive simulator for the formation of skills and abilities of safe behavior in dangerous criminal situations	9
<b>Stepan Kavan</b> Organization of training for firefighters in the Czech Republic	19
<b>Mikanovich, K.S. Aliev</b> Development of a model of an easily resettable structure in the ANSYS software package	32
<b>O.V.Sekotskaya</b> Effective means and technologies of civil protection from emergencies as part of the implementation of the state scientific and technical program «Protection from emergencies – 2020», 2016-2020	39
<b>A.A. Sushko, I.L. Fedchuk</b> Technical and pedagogical aspects of using the simulator «Pedestrian crossing of the roadway» in the Education Center of safety of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus	50
<b>M.M. Tatur, V.M. Prorovsky, A.G. Ivanitski, M.V. Hodin</b> Comparison of the accuracy of automatic machine learning algorithms in forecasting the situation with fire in the residential sector	61
<b>M.V. Hodin, O.E. Melnikova, A.I. Kryukov</b> Analysis of the emergency situations in the Republic of Belarus in the 1st half of 2021	71
<b>T.N.Cheshko</b> Impact of climate change on the frequency of natural emergencies in the Republic of Belarus	77
<b>PREVENTION OF EMERGENCIES, FIRES AND ACCIDENTS</b>	89
<b>A.S. Mikanovich, K.S. Aliev</b> Engineering and technical solutions in the field of explosion protection of premises	89
<b>A.S. Mikanovich, K.S. Aliev</b> Modeling the behavior of an easily resettable structure in the ANSYS software package	100
<b>F.O. Mirgulamly, O.O. Smilovenko</b> Analysis of hazards and risks on the territory of the Republic of Azerbaijan	109

<b>M.A. Davydzik, V.A. Biruk, A.Z. Mysliuchy</b>	
Methods of testing of fire resistance of translucent barrier structures made of sheet glass	120
<b>M.A.Davydzik, V.A.Biruk</b>	
Development of compositions of fire-resistant glasses with specified thermomechanical properties using simplex-lattice Scheffe plans	127
<b>FIRE AND PROTECTIVE EQUIPMENT</b>	133
<b>M.M. Zhurov, D.S. Mikanovich, I.V. Lyamtsev</b>	
Improving the efficiency of extinguishing with powder and reducing operating costs during using fire extinguishers by the firefighters	133
<b>V. F. Kushljaev, A.A. Agranovsky, D.V. Kushlyaev</b>	
Transport and technological machines for the conditions of the Arctic zone of the Russian Federation	139
<b>A.A. Starovoitov, S.M.Malashenko, V.V.Kashankova</b>	
Development of a lightweight firefighter helmet model and implementation of it in the departments of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus	164
<b>A.S. Lukyanov, Y.S. Shatilov, N.V. Tsedzik, A.A. Starovoitov</b>	
Improvement of the design of personal protective equipment for the rescuer's hands and testing of the developed samples in order to determine the optimal model	171
<b>TECHNOLOGIES OF ELIMINATION OF EMERGENCY SITUATIONS</b>	178
<b>O.G. Gorovykh, K.F. Saevich</b>	
Elimination of oil spill on solid surface using Gomel chemical plant waste	178
<b>I.I. Mukhamedov, Sh.N. Mukhamedov</b>	
Improving of the work of the firefighters based on the improving compressed air breathing system	187
<b>REFERENCE INFORMATION</b>	193



## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.9-18>

УДК 614.8.084

канд. юр. наук Горошко Е.Ю., Максименя Ю.А.

### **«Crime-знайка» как инновационный подход в обучении населения основам криминальной безопасности**

*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

Проведен анализ белорусского и международного опыта в сфере обучения населения основам криминальной безопасности, аргументируется вывод о необходимости повышения уровня правовой культуры граждан с целью предупреждения совершения преступлений, в том числе групповых. В целях усовершенствования модуля «Криминальная безопасность» образовательного центра безопасности предложено разработать интерактивный тренажер «Crime-знайка».

*Ключевые слова: криминальная безопасность, правонарушение, преступление, коллективное решение.*

Ph.D. (Leg.) E.Y. Goroshko, Y.A. Maksimenya

### **Interactive simulator for the formation of skills and abilities of safe behavior in dangerous criminal situations**

*The state educational establishment «University of civil protection of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus», Minsk*

The article analyzes the Belarusian and international experience in teaching the population the basics of criminal security.

The conclusion about the need to increase the level of legal culture of citizens in order to prevent the commission of crimes, including group crimes, is argued.

In order to improve the "Criminal Security" module of the educational security center, it was proposed to develop an interactive simulator "Crime-znajka".

*Keywords: criminal security, crime, collective decision.*

На протяжении всего времени проблемы общественной безопасности населения находятся в центре внимания. Ведь, несмотря на устойчивую тенденцию снижения основных показателей, количество совершаемых преступлений и правонарушений по-прежнему вызывает особую обеспокоенность. Борьба с такими антисоциальными проявлениями

требует системного подхода, важной составляющей которого является правовое воспитание и привитие правовой культуры [1]. Понятие «правовая культура» применяется для оценки качества правовой жизни общества и индивида, их сравнения с правовой культурой иного исторического этапа государства, идеалами и ценностями [2].

В настоящее время в Республике Беларусь важное практическое значение имеют вопросы теоретического осмысления правовой культуры общества, так как понимание основ права, возможность в достаточной мере ориентироваться в правовом поле, знания и умения, позволяющие предупреждать совершение противоправных деяний, необходимы каждому человеку XXI века [3].

В научных трудах исследователей, таких как В.И. Каминская, А.П. Семитко, Н.Л. Гранат, А.Р. Ратинов, Н.М. Кейзеров, В.П. Сальников, В.Н. Синюков, выделяется три вида правовой культуры: обыденная, профессиональная и теоретическая.

Обыденный вид формируется в рамках повседневной жизни и имеет поверхностный характер – у индивида отсутствует юридический опыт.

Профессиональный вид подразумевает специалистов, непосредственно профессионально осуществляющих деятельность в правовом поле: юристы, адвокаты, судьи, сотрудники правоохранительных органов и т.д.

Теоретический вид представляет собой механизм, который вырабатывается коллективными усилиями научных работников, что приводит к совершенствованию законодательства, развитию науки и подготовке юридических кадров [2].

Таким образом, следует в наибольшей степени уделить внимание правовому воспитанию граждан обыденного уровня. Правовое воспитание направлено на сознание людей и при помощи разнообразных педагогических механизмов прививает знания о государстве и праве, правах и свободах личности, закон-

ности и правопорядке, что в целом будет способствовать устойчивой ориентации на законопослушное поведение.

Одним из инструментов формирования правового воспитания и профилактики совершения правонарушений служит обучение населения, в том числе подрастающего поколения, правилам общественной безопасности. В вопросах профилактики особая роль принадлежит педагогическому и психологическому знанию. Так, теоретические, методологические и методические аспекты воспитания детей подробно описаны в работах отечественных педагогов Н.К. Крупской, А.С. Макаренко и А.С. Чувасовой. Непосредственно проблематике профилактики криминальных опасностей посвящены работы таких авторов, как В.Г. Смагина, С.В. Петрова, А.С. Макушева, Т.С. Барилло, И.С. Демина, О.О. Петровой, В.В. Князева, В.А. Шишкина, В.Н. Кудрявцева. В их трудах обозначается понятие «криминальные опасности», особенности и способы их профилактики в образовательном учреждении. Кроме того, значительный вклад в разработку психологических и социально-педагогических аспектов профилактической деятельности внесли труды таких исследователей, как: С.А. Беличева, Б.З. Вульфова, И.В. Дубровина, В.И. Загвязинского, В.Т. Лисовского, А.В. Мудрика, И.А. Невского, В.Д. Семенова, Н.М. Таланчук.

Огромное внимание обучению граждан основам безопасного поведения, в том числе общественной безопасности, уделяется и за рубежом. Так, в Инчхон (Южная Ко-

рея) существует центр безопасности (рисунок 1), в котором посетители реалистично переживают различные чрезвычайные ситуации, смоделированные с помощью высокотехнологичных средств. После завершения обучения они могут оценить свои действия, записанные на видео, и получить сертификат о прохождении курса обучения. Еще один южнокорейский центр безопасности функционирует в Чхонане. Занятия проходят в виде семинаров, во время которых обучающиеся отрабатывают навыки поведения в конкретных тематических блоках. В центре присутствует также блок общественной безопасности (рисунок 2), где отрабатываются навыки поведения в ситуациях криминального характера (например, общение с незнакомцем, безопасность в Интернете). В

Хайдяне (Китай) создание образовательного центра (рисунок 3) было обусловлено стихийными бедствиями, возникающими на территории страны. Однако, кроме природных чрезвычайных ситуаций, отрабатываются и техногенные, а также правила пользования огнетушителем, оказания первой помощи и набора номера 110 (номер милиции в Китае). Центр безопасности создан и в Лимме (Великобритания). Он состоит из интерактивных учебных зон (рисунок 4), включая зону личной безопасности, полноразмерный дом, городскую улицу и участок сельской местности. Эти зоны позволяют моделировать общественно опасные ситуации, с которыми необходимо уметь справляться каждому человеку.



Рисунок 1. – Центр безопасности, Инчхон, Южная Корея



Рисунок 2. – Центр безопасности, Чхонан, Южная Корея



Рисунок 3. – Центр безопасности, Хайдянь, Китай



Рисунок 4. – Центр безопасности в Лимме, Великобритания

В Республике Беларусь в целях обучения основам безопасности жизнедеятельности созданы образовательные центры безопасности, где при помощи инновационных технологий и тренажеров-симуляторов обучающиеся имеют возможность отработать навыки поведения в чрезвычайных ситуациях, в том числе криминальных. В модуль «Криминальная безопасность» входит ряд локаций, позволяющих развить необходимые поведенческие навыки у различной возрастной категории населения при возникновении нестандартных ситуаций, связанных с нарушением общественной безопасности, а также выработать сознательное поведение у обучающихся в

целях недопущения совершения противоправных деяний.

Проведя анализ модуля «Криминальная безопасность» образовательного центра безопасности МЧС Беларуси, обучение осуществляется по следующим локациям: «Безопасный путь домой», «Правила поведения в общественных местах», «Незнакомец за дверью», «Криминальная безопасность дома», «Интернет безопасность», «Незнакомец в подъезде» и «Незнакомец в лифте».

В локации «Безопасный путь домой» отрабатываются и демонстрируются основные опасности на улице.

Локация «Правила поведения в общественных местах» знакомит обучающихся с ситуациями крими-

нального характера, возникающими в таких местах, как магазин, кафе, улица, банкоматы. Эта зона декоративно оформлена и имеет интерактивные элементы.

При демонстрации локации «Незнакомец за дверью» с помощью специального видеоустройства в глазке двери и интерактивного видеоряда имитируются различные ситуации, когда в дверь квартиры звонят незнакомые личности. Администратор выбирает линию сюжета в зависимости от реакции обучающихся.

Локация «Криминальная безопасность дома» представляет собой инсталляцию, оформленную в виде жилого помещения, в котором обучающиеся изучают правила ведения разговора по телефону с незнакомыми людьми, порядок действий при попытке вторжения в жилище незнакомых людей, правила по недопущению привлечения внимания преступников к своему жилищу и способы защиты от проникновения преступников в жилище.

Локация «Интернет безопасность» представляет собой большую сенсорную панель, выглядящую как мобильный телефон, с предустановленным программным обеспечением, которое имитирует историю нахождения обучающегося в сети Интернет. В процессе выполнения заданий обучающемуся приходят провокационные и опасные предложения, а также выгодные задания, которые являются незаконными или могут привести к негативным последствиям (потери денежных средств, хищении файлов, потери информации и т.д.).

Локации «Незнакомец в лифте» и «Незнакомец в подъезде» представляют собой тематически оформленные инсталляции, необходимые для усвоения обучающимися алгоритма действий при преследовании, а также при возникновении иных криминальных угроз (нападение, кража, распитие спиртных напитков и употребление наркотических и психотропных веществ в общественных местах).

Таким образом, использование потенциала модуля «Криминальная безопасность» образовательного центра безопасности позволяет выработать у индивида ряд поведенческих навыков в условиях криминальной ситуации. Однако сегодня существует ряд общественно опасных деяний, появление которых продиктовано современным социумом. Приходится констатировать, что имеющиеся тренажеры не позволяют в полной мере смоделировать опасные ситуации, в которых присутствует элемент коллективного взаимодействия между обучающимися для решения общей задачи.

По данным МВД Республики Беларусь, 21% противоправных деяний совершается в группе. Несмотря на то, что уровень криминальной активности правонарушений, совершаемых группой, по сравнению с показателями предыдущих лет стабилизировался и даже немного понизился, он по-прежнему остается очень высокими. Исследователи определяют группу как совокупность индивидов, взаимодействующих друг с другом для достижения общих целей, осознающих свою принадлежность к указанной совокупности и воспринимающих себя и других

неотъемлемой ее частью [4]. Таким образом, на сегодняшний день объективно существует необходимость в обучении основам безопасного поведения индивида, находящегося в группе лиц.

Одним из негативных признаков группы является конформность, т.е. податливость человека реальному или воображаемому давлению группы [5]. Конформность проявляется в изменении поведения и установок людей, принимающих навязанные группой стереотипы. Индивид подчиняется навязываемому мнению, как правило, из-за желания заслужить одобрение или избежать порицания со стороны других лиц, входящих в группу. В исследованиях С.Аша и Р. Кратчфилда испытуемый, находящийся в группе и не подозревавший о предварительном сговоре ее членов, часто соглашался с заведомо неправильным мнением, высказываемым большинством. Кроме того, при вхождении человека в незнакомую группу уровень конформизма повышается.

Следует отметить, что для группы характерны такие проявления, как сдвиг группового риска, огруппление мышления, социальная леность и групповая поляризация [5]. Сдвиг группового риска подразумевает принятие членами группы в ходе группового мышления более рискованного решения, чем каждым из них в одиночку. В случае огруппления мышления члены группы не способны дать реалистичной оценки иным вариантам действий, что снижает качество групповых решений и препятствует принятию единственно правильного. Социальная леность характеризуется уменьшением лич-

ного участия индивида в жизнедеятельности группы и дальнейшему следованию принятого группой решения. Групповая поляризация – возрастание экстремальности мнений в процессе принятия решений в группе. Таким образом, человек находится в зависимости от группы и нередко подстраивает свое мнение под ее интересы, которые в свою очередь имеют ряд негативных проявлений.

С учетом изложенного объективно обусловлено дополнение модуля «Криминальная безопасность» образовательного центра безопасности путем разработки и внедрения тренажера «Crime-знайка» в программу обучения. Тренажер представляет собой комплекс устройств, предназначенных для обучения основам криминальной безопасности в игровой форме как в индивидуальном порядке, так и групповым способом с задействованием особенностей принятия решений в группе. Коллективное обучение позволит корректировать поведения индивида.

Тренажер состоит из: проектора; проекционного стола; сенсорного планшета для управления тренажером в одиночном режиме; программного продукта для отображения процесса игры, генерации команд управления игрой, управления игрой посредством веб-интерфейса при помощи смартфона без предварительной установки каких-либо приложений.

Процесс игры представляет собой ролевую игру в 3D-формате, в которой игрокам необходимо при помощи команд управлять персонажем, который находится в крими-

нальной ситуации. Например, персонаж нашел чужую банковскую карту и игрокам необходимо определить, как персонажу поступить с ней. В данном случае правильный ход действий будет определять алгоритм, которым игроки смогут воспользоваться в реальной жизни в подобной ситуации.

В начале игры на планшете управления тренажером оператор выбирает режим проведения обучения – одиночный или многопользовательский. Также оператор может выбрать группу ситуаций, конкретную ситуацию либо задать ее случайным образом.

При выборе одиночного режима управление игрой может вестись с экрана планшета входящего в комплект тренажера. На проекционном столе отображается ситуация криминального характера с описанием задачи. На планшете управления появляются варианты команд. В процессе обучения участник, для благоприятного исхода заданной ему ситуации, обязан выбирать не только верные действия, но и должен применить их в правильном порядке.

При выборе многопользовательского режима игроки должны отсканировать QR-код, который будет отсылать их на страницу веб-интерфейса управления игрой, где между ними уже будут распределены необходимые команды. При этом у всех игроков команды отличаются: у каких-то игроков могут быть только правильные команды, часть правильных, так может и не оказаться верных команд. В данном случае группе игроков необходимо согласовывать свои действия, выбирая

имеющиеся команды в необходимом порядке.

При многопользовательском формате игры участники заранее не знают, что у кого-то может не оказаться верных команд. В таком случае в процессе принятия решений у игроков будет вырабатываться устойчивость от принятия мнения лидера коллектива и (или) от давления толпы. Максимальное количество игроков – до 10 человек возрастом от 10 лет.

В ходе игры время может быть как лимитировано, так и неограниченно. Игроки будут обязаны выбрать необходимую команду в данный момент времени. При выборе верной команды процесс игры будет продолжаться. При принятии неверного решения игрокам будут отображаться негативные последствия их выбора, после чего игра продолжится с момента, предшествовавшего выбору неверного решения.

Процесс прохождения игры в многопользовательском режиме на примере ситуации «Нахождение чужой банковской карты» происходит следующим образом. При запуске игры, осуществляемой на планшете управления, появляется анимация, предлагающая выбрать одиночный или многопользовательский режим (при выборе многопользовательского режима предлагается выбрать количество игроков). Далее происходит выбор одной (нескольких) определенных либо случайных ситуаций. На проекционном столе отображается QR-код для считывания смартфонами игроков с целью получения команд. После загрузки команд на смартфонах появляется стартовая

кнопка, анимация подсказывает игрокам нажать на нее.

Далее на проекционном столе собирается анимация из простых фигур (дорога, дома и т.п.), появляется персонаж игры и лежащая перед ним банковская карта. Игроки наблюдают на проекционном столе описание ситуации: «По пути из школы ты нашел утерянную банковскую карту. Как ты поступишь?»

Игрокам необходимо, используя элемент совещания, выбрать верный алгоритм решения задачи из полученных на смартфоны команд. При выборе игроками команд из предоставленного перечня в правильной последовательности персонаж игры выполняет действие команд (поднимает карту, смотрит на обратной стороне номер банка, звонит в банк, сообщает о нахождении утерянной карты и узнает алгоритм действий у работников банка). При выборе игроками правильных команд в неверной последовательности появляется диалоговое окно с подсказкой, предлагающей выбрать другой порядок действий. При выборе неправильной команды появляется окно окончания игры с предложением изменить решение. Прохождение ситуации считается успешным при выборе игроками из предложенных команд верного алгоритма.

Аналогично вышеописанной ситуации представляется возможным воспроизвести правильную последовательность действий в случае: похищения человека на улице; встречи с незнакомцем; предложения покурить, употребить алкогольные напитки или наркотические вещества; обнаружения веществ, похожих на наркотические; кибербул-

линга – психологического насилия над человеком в социальных сетях и других Интернет-ресурсах; попытке постороннего проникнуть в домовладение при нахождении в нем; драки случайных либо знакомых людей; предложений от случайных либо знакомых людей совершения хулиганства или хищения; обнаружения бесхозных вещей или подозрительных предметов; моббинга – психологического насилия над человеком в коллективе; сваттинга – тактики противоправного поведения, реализуемой посредством заведомо ложных вызовов аварийно-спасательных служб; обнаружения постороннего в домовладении (обнаружения открытой входной двери) и прочих криминальных ситуаций.

Таким образом, разработка и внедрение тренажера «Crime-знайка» позволит выработать у обучающихся навыки принятия правильного индивидуального решения, принятия самостоятельного решения в условиях коллективного мнения группы, что будет способствовать повышению уровня правовой культуры и профилактике правонарушений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воропаев, Д.А. Формирование правовой культуры личности и правовое воспитание [Электронный ресурс] / Д.А. Воропаев, Р.В. Герасименко // Правовая культура в современном обществе : сборник научных статей / М-во внутр. дел Респ. Беларусь, учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь» ; редкол.: И. А. Демидова (отв. ред.) [и др.]. –



Могилев : Могилев. институт МВД, 2019. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – С. 460–463.

2. Дробязко С.Г. Понятие правовой культуры и основные направления повышения ее уровня в условиях формирования социального правового государства и правового гражданского общества // Проблемы формирования и развития правовой культуры белорусского общества : Материалы круглого стола, 3–5 февраля 2005 г. – Минск : МИТСО, 2005. – С. 10–15.

3. Вабищевич, А.Н. Правовая культура как критерий прогресса гражданского общества [Электронный ресурс] / А.Н. Вабищевич // Правовая культура в современном обществе : сборник научных статей / Министерство внутренних дел Республики Беларусь, учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь» ; редкол.: И.А. Демидова (отв. ред.) [и др.]. — Могилев : Могилев. институт МВД, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – С. 683–686.

4. Марищук, Л.В. Психология: пособие / Л.В. Марищук, С.Г. Ивашко, Т.В. Кузнецова; под науч. Ред. Л.В. Марищук. – Минск : Тесей, 2009. – 760 с.

5. Григорович, Л.А. Педагогика и психология: учеб. пособие / Л.А. Григорович, Т.Д. Марцинковская. – М. : 2003. – 480 с.

6. Царик, И.А. Потенциал гуманитарных предметов в нравственно-правовом воспитании учащихся / И.А. Царик // Проблемы нравственно-правового воспитания молодежи в Республике Беларусь : материалы науч.-практ. конф., Боб-

руйск, 6 окт. 2006 г. / Департамент исполнения наказаний МВД Респ. Беларусь ; ред.: А. Н. Пастушеня [и др.]. – Минск : БГУФК, 2006. – С. 69–78.

7. Ероховец, О.Е. В согласии с Законом. Права и обязанности учащихся / О.Е. Ероховец. – Минск : Красико – Принт, 2013. – 128 с.

8. Вишневский, А.Ф. Общая теория государства и права / А.Ф. Вишневский, Н.А. Горбатов, В.А. Кучинский. – Минск : Тесей, 1999. – 560 с.

9. Деккерт, Д.В. Правовое воспитание граждан как важный фактор в вопросах профилактики правонарушений / Д.В. Деккерт // Вестник Тюменского института повышения квалификации сотрудников МВД России. – 2016. – № 2 (7). – С. 161–164

10. Шиенок, В.П. Проблемы правового воспитания молодежи в современных условиях / В.П. Шиенок // Вестник Академии МВД Республики Беларусь. – 2010. – № 1 (19). – С. 209–213.

## REFERENCES

1. Voropaev, D.A. Formirovanie pravovoj kul'tury lichnosti i pravovoe vospitanie [Elektronnyj resurs] / D.A. Voropaev, R.V. Gerasimenko // Pravovaya kul'tura v sovremennom obshchestve : sbornik nauchnyh statej / M-vo vnutr. del Resp. Belarus', uchrezhdenie obrazovaniya «Mogilevskij institut Ministerstva vnutrennih del Respubliki Belarus'» ; redkol.: I. A. Demidova (otv. red.) [i dr.]. – Mogilev : Mogilev. institut MVD, 2019. – 1 elektron. opt. disk (SD-R). – S. 460–463.

2. Drobyazko S.G. Ponyatie pravovoj kul'tury i osnovnye napravleniya povysheniya ee urovnya v usloviyah formirovaniya social'nogo pravovogo gosudarstva i pravovogo grazhdanskogo obshchestva // Problemy formirovaniya i razvitiya pravovoj kul'tury belorusskogo obshchestva : Materialy kruglogo stola, 3–5 fevralya 2005 g. Minsk : MITSO, 2005. S. 10–15.

3. Vabishchevich, A.N. Pravovaya kul'tura kak kriterij progressa grazhdanskogo obshchestva [Elektronnyj resurs] / A.N. Vabishchevich // Pravovaya kul'tura v sovremennom obshchestve : sbornik nauchnyh statej / Ministerstvo vnutrennih del Respubliki Belarus', uchrezhdenie obrazovaniya «Mogilevskij institut Ministerstva vnutrennih del Respubliki Belarus'» ; redkol.: I.A. Demidova (otv. red.) [i dr.]. — Mogilev : Mogilev. institut MVD, 2020. — 1 elektron. opt. disk (SD-R). — S. 683–686.

4. Marishchuk, L.V. Psihologiya: posobie / L.V. Marishchuk, S.G. Ivashko, T.V. Kuznecova; pod nauch. Red. L.V. Marishchuk. — Minsk : Tesej, 2009. — 760 s.

5. Grigorovich, L.A. Pedagogika i psihologiya: ucheb. posobie / L.A. Grigorovich, T.D. Marcinkovskaya. — M. : 2003. — 480 s.

6. Carik, I.A. Potencial gumanitarnyh predmetov v npravstven-

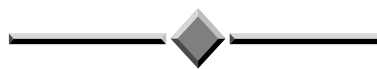
no-pravovom vospitanii uchashchihsya / I.A. Carik // Problemy npravstvenno-pravovogo vospitaniya molodezhi v Respublike Belarus' : materialy nauch.-prakt. konf., Bobrujsk, 6 okt. 2006 g. / Departament ispolneniya nakazanij MVD Resp. Belarus' ; red.: A.N. Pastushenya [i dr.]. — Minsk : BGUFK, 2006. — S. 69–78.

7. Erohovec, O.E. V soglasii s Zakonom. Prava i obyazannosti uchashchihsya / O.E. Erohovec. — Minsk : Krasiko – Print, 2013. — 128 s.

8. Vishnevskij, A.F. Obshchaya teoriya gosudarstva i prava / A.F. Vishnevskij, N.A. Gorbatok, V.A. Kuchinskij. — Minsk : Tesej, 1999. — 560 s.

9. Dekkert, D.V. Pravovoe vospitanie grazhdan kak vazhnyj faktor v voprosah profilaktiki pravonarushenij / D.V. Dekkert // Vestnik Tyumenskogo instituta povysheniya kvalifikacii sotrudnikov MVD Rossii. — 2016. — № 2 (7). — S. 161–164

10. SHienok, V.P. Problemy pravovogo vospitaniya molodezhi v sovremennyh usloviyah / V.P. SHienok // Vestnik Akademii MVD Respubliki Belarus'. — 2010. — № 1 (19). — S. 209–213.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.19-31>

УДК 614.842.835

**д-р тех. наук Каван Степан**

## **Организация подготовки пожарных в Чешской Республике**

*Пожарно-спасательная служба Чешской Республики, Ческе Будеевице*

Приведена общая информация о пожарной службе Чешской Республики. Рассмотрена классификация пожарных подразделений с учетом их территориального расположения и формы несения службы (профессиональная или добровольная). Приведены основные требования, предъявляемые к компетенциям пожарных, а также формы и периодичность получения образования.

*Ключевые слова:* пожарная служба Чешской Республики, добровольные пожарные, профессиональные пожарные, обучение, повышение квалификации

**Grand Ph.D. (Tehn.) Stepan Kavan**

## **Organization of training for firefighters in the Czech Republic**

*Fire and Rescue Service of the Czech Republic*

This article provides general information on the fire department of the Czech Republic. The classification of fire brigades with regard to their location and form of service (professional or voluntary) is considered. The basic requirements for the competencies of firefighters as well as the forms and frequency of education are given.

*Keywords:* fire service of the Czech Republic, volunteer firefighters, professional firefighters, training, advanced training

Подразделения пожарной охраны Чешской Республики – организованная система, состоящая из профессионально подготовленных лиц – пожарных, противопожарного оборудования – автомобилей и материальных средств противопожарной защиты – технических средств, агрегатов и т.д., направленных на сохранение здоровья жителей и имущества от пожаров и оказание эффективной помощи в чрезвычайных ситуациях, которые угрожают жизни и здоровью жителей, имуществу или окружающей среде и требуют проведения спасательных операций.

Подразделения пожарной охраны работают в организационном или оперативном управлении. Организационное управление означает деятельность по достижению постоянной технической и профессиональной компетентности сил и средств противопожарной защиты для выполнения задач пожарных команд. Это означает деятельность, связанную с поддержанием и повышением профессиональной и физической готовности пожарных – обучение, техническое обслуживание пожарного оборудования и других средств противопожарной защиты и т. д. Опера-

тивное управление означает действия от получения сообщения о пожаре или другой чрезвычайной ситуации до возвращения сил и средств к месту постоянной дислокации. Эти мероприятия включают в себя выезд подразделения пожарной охраны, прибытие к месту чрезвычайной ситуации, выполнение аварийно-спасательных работ и возвращение к месту дислокации.

Подразделения пожарной охраны Чешской Республики структурно подразделяются на взводы, бригады, бригады с уменьшенной численностью и группы. Взвод состоит из 2–3 бригад, или групп. Бригада состоит из командира и пяти пожарных (1 + 5). Бригада с сокращенным составом состоит из командира и трех пожарных (1 + 3). Группа состоит из командира и 1–2 пожарных.

Пожарный – это термин, обозначающий работника профессиональной или добровольной пожарной команды (JSDH) [1]. Во множественном числе «пожарные» – это упрощенное название всех подразделений противопожарной защиты (так называемые JPO) и их работников. Пожарные, выполняющие службу как основное занятие, называются профессионалами. Пожарные, которые совмещают основную гражданскую работу с пожарной (как второстепенной деятельностью) или полностью добровольно, называются добровольными пожарными.

Пожарные, помимо тушения пожаров, ликвидируют дорожно-транспортные аварии, выполняют работы по ликвидации утечек опасных веществ, наводнений и других стихийных бедствий, оказывают техническую помощь населению

и координируют действия в части защиты населения (кризисное управление, эвакуация, предоставление альтернативного жилья, дезактивация и т. д.). Кроме того, пожарные занимаются профилактикой в области противопожарной защиты, а также в сотрудничестве с Министерством образования повышают осведомленность о защите человека в чрезвычайных ситуациях.

Пожарные части в Чешской Республике делятся на следующие категории:

- JPO I – пожарная часть (пожарные несут службу в качестве своей основной профессии);

- JPO II – подразделение добровольной пожарной команды муниципалитета (пожарные несут службу в качестве своей основной или второстепенной профессии);

- JPO III – подразделение добровольной пожарной команды муниципалитета (пожарные несут службу добровольно);

- JPO IV – подразделение пожарной команды компаний (атомные станции, аэропорты и т.д.), например, HZS Letiště Praha (пожарные несут службу в качестве своей основной профессии);

- JPO V – подразделение добровольной пожарной команды муниципалитета (пожарные несут службу добровольно);

- JPO VI – подразделение добровольной пожарной части компании (пожарные несут службу добровольно);

- пожарная часть с местной юрисдикцией, простирающейся на территорию его учредителя (с территориальным охватом – на территории учредителя, муниципального

образования, города и за пределами этой территории);

– единицы, не включенные в планы ликвидации чрезвычайных ситуаций, могут быть созваны в случае крупных чрезвычайных ситуаций (участвуют в основном на территории учредителя – предприятия, компании).

Так называемая зона покрытия – это правовое регулирование, которое издается соответствующими региональными властями после согласования с пожарно-спасательной службой Чешской Республики. Этот регламент оценивает пожарные и другие риски в данных областях и, напротив, предусматривает определенную защиту, включая время в пути подразделений и т.д. Благодаря данному плану достигается своевременное прибытие пожарных.

Основными требованиями каждой категории являются время выезда, минимальное количество членов и оборудования, а также территория, на которой обычно работает подразделение.

Время выезда для каждой категории устанавливается следующим образом:

– JPO I – пожарная часть – 2 минуты от объявления тревоги до пожарной машины;

– JPO II – отряд добровольной пожарной части населенного пункта – 5 минут от объявления тревоги до пожарной машины (236 зарегистрированных подразделений);

– JPO III – отряд добровольной пожарной части населенного пункта – 10 минут от объявления тревоги до пожарной машины (зарегистрировано 1352 подразделения);

– JPO IV – подразделение пожарной части – до 2 минут от объявления тревоги до пожарного автомобиля (зарегистрировано 80 подразделений);

– JPO V – отряд добровольной пожарной части населенного пункта – 10 минут от объявления тревоги до пожарного автомобиля (зарегистрировано 5279 подразделений);

– JPO VI – отряд добровольной пожарной части предприятия – 10 минут от объявления тревоги до пожарного автомобиля (зарегистрировано 143 подразделения).

Подразделения добровольной пожарной команды компаний (категория JPO VI) в последнее время заменяются пожарными патрулями.

Первоначально система пожарных расчетов была нацелена исключительно для тушения пожаров. Однако с развитием технического прогресса возникла необходимость ликвидации не только пожаров, но и других чрезвычайных ситуаций: дорожно-транспортные аварии, происшествия с утечкой опасных веществ и нефтепродуктов, стихийные бедствия и т.д. В связи с этим перед пожарной охраной стоит цель создания системы пожарных команд, эффективно действующих при ликвидации чрезвычайных ситуаций различного характера (пожары, стихийные бедствия и т.д.).

Перед пожарной охраной стоит задача постоянного совершенствования не только технических возможностей (пожарная техника, пожарно-техническое оборудование и т.д.), но и в части обучения персонала (формирование компетенции

работников, которые гарантируют, что их действия не нанесут урон подразделениям пожарной охраны из-за некомпетентности и непрофессионализма).

**Профессиональная  
компетентность сотрудников  
пожарной службы  
Чешской Республики**

Каждый сотрудник, назначенный на должность в пожарно-спасательной службе Чешской Республики, обязан подтвердить свою профессиональную компетентность, соответствующую его должности.

Профессиональная компетентность подтверждается квалификационным экзаменом, как правило, после предыдущего профессионального обучения на курсах с целью приобретения профессиональной компетентности или на курсах, продлевающих срок действия свидетельства о профессиональной компетентности, и подтверждается свидетельством о профессиональной компетентности. Сотрудник обязан доказать приобретение профессиональной компетенции и выполнение другого профессионального требования в течение 12 месяцев с даты назначения на должность.

Профессиональная компетенция сотрудников разделена в зависимости от служебных должностей:

а) в области комплексной аварийно-спасательной системы и выполнения операций в подразделении противопожарной защиты;

б) в области предотвращения пожаров, гражданской защиты, готовности к чрезвычайным ситуациям, кризисного управления или оперативного управления;

в) иные виды работ.

Обучение пожарных делится на следующие виды:

а) начальное профессиональное образование (первоначальная подготовка);

б) продление свидетельства;

в) получение узкой специализации.

Свидетельство о профессиональной квалификации выдается сроком на 5 календарных лет со дня успешной сдачи экзамена. Успешное завершение теста на продление сертификата должно быть засвидетельствовано путем продления срока действия уже выданного сертификата на 5 лет с даты истечения срока действия или путем выдачи нового сертификата, срок действия которого следует за датой истечения срока действия первоначально выданного сертификата.

**Порядок получения  
профессиональной компетенции**

Сотрудник, выполняющий деятельность в области системы спасения и оказания услуг в подразделении пожарной охраны, обязан пройти курс начального профессионального обучения (сокращенное название «NOV»). После успешной сдачи экзамена для получения профессиональной компетенции он может самостоятельно выполнять работы в подразделениях пожарной охраны при ликвидации чрезвычайных ситуаций. За этим курсом следуют другие курсы для приобретения профессиональной компетенции в соответствии с назначением на должность, указанную в таблице 1.

Таблица 1. – Курсы для приобретения профессиональной компетенции сотрудников пожарной охраны

№ п/п	Наименование должностей	Название курса и его обозначение
1	2	3
1	– пожарный в звании старшины или помощника офицера, старший помощник по специальности альпинист-инструктор, водолаз, водолаз-инструктор, технический руководитель; – член отдела интегрированных спасательных систем (IRS – integrated rescue system), (необходимо базовое образование); – сотрудник спасательного отдела (необходимо базовое образование); – спасатель (сотрудник отдела спасательной службы, необходимо базовое образование) в звании делопроизводителя, старшего делопроизводителя, помощника или старшего помощника со специализацией альпинист-инструктор, дайвер, водолаз-инструктор, технический руководитель, стрелок	Начальное профессиональное образование (NOV)
2	– помощник (инженер-пожарный, инженер-спасатель)	Инженеры (СТ)
3	– главный помощник (инженер-механик); – член отдела обслуживания технических средств; – преподаватель-инструктор и преподаватель профессиональных дисциплин в области машиностроения	Механическая служба (Т-STС)
4	– главный помощник (техник химической службы); – сотрудник отдела химической службы; – преподаватель-инструктор и преподаватель профессиональных дисциплин в области химической службы; – сотрудник полевой группы химической лаборатории	Химическая служба (Т-CHS)
5	– главный помощник (техник технической службы); – сотрудник отдела технического обслуживания; – преподаватель-инструктор и преподаватель профессиональных дисциплин в области технического обслуживания	Техническая служба (Т-TS)
6	– главный помощник (техник связи); – преподаватель-инструктор и преподаватель профессиональных дисциплин в области коммуникации	Служба связи (Т-SP)

Продолжение таблицы 1

1	2	3
7	– техник по эксплуатации OPIS (OPIS – оперативно-информационный центр); – техник по эксплуатации 112; – оперативно-аналитическая работа	Оперативное управление (ОЎ)
8	– сотрудник, осуществляющий профессиональную деятельность в кадровой службе, юриспруденции, коммуникационных и информационных систем, организации исследований и разработок, образования, экономической и логистической областях, а также в области контроля и внутреннего аудита, психологических услуг; – директора отделов, руководители отделов, начальники рабочих мест в области человеческих ресурсов, права, коммуникационных и информационных систем, организации исследований и разработок, образования, экономической и логистической областях, а также в области контроля и внутреннего аудита, психологических услуг; – заместитель директора областной пожарной части по экономике и начальник аппарата директора областной пожарной части; – директор технического или специального учреждения Министерства внутренних дел – Главное управление пожарно-спасательной службы Чешской Республики; – заместитель генерального директора пожарно-спасательной службы Чешской Республики по экономике и заместитель генерального директора пожарно-спасательной службы Чешской Республики по управлению человеческими ресурсами	Базовое обучение (ZOP)
9	– сотрудник пожарной охраны; – преподаватель-инструктор или преподаватель профильных предметов в области пожарной безопасности	Противопожарная защита (ПП)
10	– сотрудник отдела защиты населения, антикризисного управления и готовности к чрезвычайным ситуациям; – преподаватель-инструктор или преподаватель профессиональных дисциплин в области защиты населения, кризисного управления и готовности к чрезвычайным ситуациям	Защита населения и кризисное управление (ООВ и KR)



Продолжение таблицы 1

1	2	3
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>– командир группы;</li> <li>– командир взвода;</li> <li>– командир районной пожарной части без выполнения задач муниципального образования с расширенными полномочиями;</li> <li>– сотрудник, осуществляющий деятельность в секции IRS в области управления подразделениями пожарной части с равномерно распределенным сроком службы;</li> <li>– командир роты спасательного отряда;</li> <li>– заместитель командира спасательной роты;</li> <li>– начальник отдела подготовки и управления подразделениями Посольства Чешской Республики;</li> <li>– преподаватель-инструктор или преподаватель профессиональных дисциплин на кафедре IRS</li> </ul>	Тактическое управление (ТЎ)
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>– оперативный руководитель или оперативный руководитель смены с самостоятельной деятельностью по принятию решений с региональной или республиканской компетенцией;</li> <li>– преподаватель-инструктор и преподаватель профессиональных дисциплин в области оперативного управления в рамках курса ОЎ и О II (оперативное управление 1 и оперативное управление 2)</li> </ul>	Оперативное управление II (ОЎ II)
13	<ul style="list-style-type: none"> <li>– преподаватель-инструктор и преподаватель профессиональных дисциплин в области оперативного управления в рамках курсов ТЎ и ТЎЎ;</li> <li>– начальник районной пожарной части, выполняющий задачи муниципального образования с расширенными полномочиями;</li> <li>– командир смены подразделения районной пожарной части;</li> <li>– руководитель отдела в области IRS и выполнения службы или оперативного управления;</li> <li>– директор Департамента IRS и управления услугами и операциями;</li> <li>– начальник территориального управления районной пожарной части;</li> <li>– сотрудник, исполняющий обязанности командира;</li> </ul>	Тактико-стратегический менеджмент (ТСЎ)

1	2	3
	<p>– сотрудник, предназначенный для принятия стратегических решений от имени пожарно-спасательной службы Чешской Республики в кризисном персонале региона или кризисном персонале муниципалитета с расширенными полномочиями (за исключением городских районов столицы Праги);</p> <p>– заместитель директора пожарно-спасательной службы области, кроме заместителя областного управления по экономике;</p> <p>– начальник областной пожарной части;</p> <p>– директор SOŠ PO и VOŠ PO (среднее профессиональное училище противопожарной защиты и Высшее профессиональное училище противопожарной защиты) и его заместитель;</p> <p>– начальник посольства пожарно-спасательной службы Чешской Республики и его заместитель по спасательным работам;</p> <p>– директор SWZ HZS ČR и его заместитель;</p> <p>– командир пожарной части Пражского Града и его заместитель;</p> <p>– заместитель генерального директора пожарно-спасательной службы Чешской Республики, за исключением заместителя областного управления по экономике и заместителя по управлению человеческими ресурсами;</p> <p>– генеральный директор пожарно-спасательной службы Чешской Республики</p>	

Участник, прошедший курс NOV, при изменении своей должности или объема служебной деятельности завершает курс профессиональной квалификации в соответствии с его/ее классификацией в области ликвидации пожаров, гражданской защиты, готовности к гражданским чрезвычайным ситуациям, кризисного управления или оперативное руководство.

### **Обучение для продления сертификата**

Обучение для продления сертификата может проходить в следующих формах:

- а) дневная форма обучения;
- б) самостоятельная учеба;
- в) выполнение письменной работы;
- г) курс дистанционного обучения;
- д) специализированные курсы, лекции, семинары или учебно-методические работы;

е) комбинация вышеприведенных форм обучения.

Конкретная форма обучения для продления срока действия сертификата и метод проверки профессиональной компетентности изложены в программе курса или приказом генерального директора пожарно-спасательной службы Чеш-

ской Республики. Программы курса разрабатываются работниками Генеральной дирекции и направляются в учебные центры.

Основными курсами, реализуемыми в учебных центрах, являются начальное и базовое обучение (таблицы 2 и 3).

Таблица 2. – Начальное профессиональное образование спасателей

Краткие характеристики курса	Курс предназначен для сотрудников пожарно-спасательной службы Чешской Республики, которые входят в состав пожарной части и могут самостоятельно выполнять работы по тушению пожаров и ликвидации других чрезвычайных ситуаций, или для сотрудников пожарно-спасательной службы Чешской Республики, которые могут быть назначены на службу в пожарную часть
Условия включения в курс	Медицинская, физическая и личная пригодность сотрудника пожарно-спасательной службы Чешской Республики, входящего в состав пожарной части
Подготовка к продлению свидетельства	Регулярное обучение в соответствии с пунктом 3 статьи 34 Указа № 247/2001 Coll. «Об организации и деятельности подразделений противопожарной защиты»

Таблица 3. – Базовое обучение спасателей (волонтеры)

Краткая характеристика курса	Курс предназначен для сотрудников пожарно-спасательной службы Чешской Республики, которые не входят в состав пожарной части, но могут самостоятельно выполнять службу по тушению пожаров и ликвидации других чрезвычайных ситуаций
Условия включения в курс	Физическая и личная пригодность сотрудника пожарно-спасательной службы Чешской Республики, не входящего в состав подразделения противопожарной защиты
Подготовка к продлению свидетельства	Базовая профессиональная подготовка

### **Начальное профессиональное образование**

Курс «Начальное профессиональное обучение» предназначен для сотрудников пожарно-спасательной службы, которые закреплены за пожарными подразделениями и могут самостоятельно выполнять тушение

пожаров и ликвидацию других чрезвычайных ситуаций.

Основная цель курса – формирование профессиональных знаний и навыков у сотрудников пожарно-спасательной службы Чешской Республики и создание условий для несения службы на занимаемых ими

должностях. Сотрудник получит полное представление о сферах компетенции пожарно-спасательной службы Чешской Республики, ее структуре и задачах, а также подготовится, в частности, к выполнению служебных задач в пожарной команде на месте ликвидации чрезвычайных ситуаций. Выпускник курса приобретет необходимые знания и навыки для безопасного управления деятельностью пожарных в организационном и оперативном управлении как самостоятельно, так и в команде.

### **Требования, предъявляемые к знаниям выпускника**

Выпускник должен знать:

- обязательства физических лиц в области противопожарной защиты;
- права и обязанности сотрудников пожарно-спасательной службы, определенные Законом Чешской Республики [2];
- задачи пожарно-спасательной службы Чешской Республики;
- организационную структуру пожарно-спасательной службы Чешской Республики;
- условия возникновения и развития пожара;
- общие принципы определения степени травм и ущерба здоровью;
- принципы проведения искусственного дыхания и непрямого массажа сердца;
- типы кровотечений и способы остановки внешнего кровотечения и воздействия на внутреннее кровотечение;
- противоударные меры и способ транспортировки раненых;
- отдельные положения правил службы в пожарных частях, которые

связаны с выполнением задач в организационном и оперативном управлении;

- типы, защитные свойства и функции, место хранения, правильный порядок использования, периодичность осмотров и порядок обслуживания средств индивидуальной защиты;

- правила размещения средств защиты на пожарных автомобилях;

- правила безопасности при выезде, движении к месту и по прибытии на место ликвидации чрезвычайной ситуации;

- правила безопасности при ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- виды опасностей на месте ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- основные знаки безопасности, символы и значения цветовой маркировки,

- основные методы маркировки опасных веществ;

- основные источники воды для пожаротушения;

- принципы распространения огня внутри и между зданиями;

- типы и использование путей эвакуации, способы их вентиляции;

- разницу между обычным, эвакуационным и пожарным лифтами и возможность их безопасного использования во время ликвидации чрезвычайной ситуации;

- принципы защиты следов и доказательств для определения причин пожаров;

- принципы тактики пожаротушения;

- принципы пожаротушения;

- типы огнетушителей и их пригодность для тушения отдельных видов пожаров;

- обязанности, задачи и полномочия пожарного в оперативном управлении;

- тактику входа в здание;

- способы и методы спасения людей и осмотра помещений;

- способы и методы спасения животных;

- способы и методы отлова и уничтожения жалоносных насекомых;

- способы вскрытия конструкций потолков, стен, полов и крыш;

- методы проведения аварийно-спасательных работ на воде и водоемах в зимний период;

- правила использования аварийно-спасательных инструментов в оборудовании;

- правила боевого развертывания;

- правила по спасению людей из аварийных транспортных средств;

- основы межличностного общения;

- правила использования средств информации и связи в пожарно-спасательной службе Чешской Республики.

### **Изучает:**

- организацию противопожарной защиты в Чешской Республике;

- документацию, которая ведется и хранится в отделении пожарной охраны;

- задачи в области защиты населения;

- задачи и полномочия Пожарно-спасательной службы Чешской Республики в исполнении государственного управления;

- систему внутренней безопасности Чешской Республики (с принципами IRS и антикризисного управления);

- систему охвата территории подразделениями пожарной охраны и с предоставлением услуг в подразделениях пожарной охраны;

- противопожарную систему;

- классификацию строительных материалов и конструкций по пожарно-техническим свойствам;

- противопожарное оборудование;

- разделение легковоспламеняющихся веществ по характеру их опасности;

- конструкции дверей и окон, решеток, жалюзи и замков, используемых в зданиях;

- правила ношения форменной одежды;

- материальные средства противопожарной защиты;

- физиологию дыхания и воздействие продуктов сгорания на организм;

- систему психологической службы пожарно-спасательной службы Чешской Республики.

### **Умеет:**

- принимать основные меры в случае пожара (применять первичные средства пожаротушения);

- принимать основные меры на месте происшествия до прибытия пожарной части,

- оказать первую помощь;

- выбирать и эксплуатировать средства защиты;

- использовать выбранные средства связи в оборудовании пожарных расчетов;

- организовывать сбор и выезд дежурной смены по сигналу «Тревога»;

- безопасно садиться в пожарный автомобиль и выходить из него;

- выполнять самоспасение на высоте, проводить спасение пострадавших, выполнить самоспасение с использованием методов экстренного спуска;

- рационально выбирать средства тушения с учетом минимизации ущерба от средств пожаротушения;

- проводить операции по ликвидации чрезвычайных ситуаций с химическими веществами;

- управлять высотным оборудованием из люльки коленчатого подъемника;

- безопасно использовать основные средства для работы на высоте и в емкостях (пожарные веревки, карабины, спусковые устройства и т. д.), включая выбор точки крепления;

- использовать базовые узлы;

- проводить поиск и контроль подземных, надземных и настенных гидрантов;

- выполнять работы с аварийно-спасательным инструментом в соответствии с установленными процедурами;

- применять огнетушащие средства во всех используемых модификациях пожарных стволов (компактные, распыленные, высоконапорные, тяжелые, средние и легкие генераторы пены и т. д.);

- проводить аварийно-спасательные работы на водной поверхности.

Для формирования компетенций у пожарных проводится специальное обучение в объеме 600 учебных часов. Детальное распределение учебных часов по дисциплинам приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Распределение часов по учебным дисциплинам

Организационная часть курса / дисциплина	Количество часов
1. Организационная часть курса – начало курса, входной контроль (электронное обучение), выпускной экзамен	32
2. Организация HZS CR и эффективность государственного управления	29
3. Ликвидация чрезвычайных ситуаций	96
4. Технические средства	39
5. Техническое обучение	348
6. Медицинская подготовка и психологическая подготовка	40
7. Связи и коммуникации	16
Общий бюджет времени	600

**Требования предъявляемые к кандидатам на обучение:**

- медицинская, физическая и личная пригодность сотрудника пожарно-спасательной службы Чеш-

ской Республики для работы в пожарной команде в качестве пожарного;

- заполнение формы электронного обучения «Вводное обучение

последующих сотрудников в административных учреждениях» в соответствии с постановлением Правительства [3].

На протяжении всего обучения слушатель курса постоянно тестируется и оценивается. Завершение курса осуществляется в форме устного и практического выпускных экзаменов. Итоговый экзамен проводится экзаменационной комиссией, назначаемой директором учебного заведения. Подтверждением прохождения курса является сертификат о профессиональной компетентности на должность пожарного или спасателя.

Важным элементом в деятельности по обучению пожарных в Чешской Республике является формирование принципов пожарного.

В основе принципов ложится следующий тезис: «Пожарный должен преодолеть свой комфорт, присущий каждому человеку, и он должен преодолеть равнодушие, с которым почти весь мир смотрит на его преданность, храбрость, самоотречение и усердие».

Основными принципами поведения пожарного являются:

- гордость своей профессией;
- вежливое поведение и тактичное отношение к коллегам и всем людям;
- соблюдение конфиденциальности;

- постоянное саморазвитие;
- уважение своего командира.

Приведенная в статье информация об организации обучения пожарных в Чешской Республике показывает, что в стране имеется система подготовки не только профессиональных, но и добровольных специалистов. При этом важным фактом является подтверждение и повышение уровня знаний и умений с определенной периодичностью. Система обучения реализуется в трех учебных центрах, расположенных в городах Брно, Збирогге и Фридек-Мистеке. Для каждой категории работников разработаны индивидуальные образовательные программы, учитывающие их должностные обязанности.

Образовательные программы постоянно совершенствуются и соответствуют уровню науки и техники в стране и мире касательно пожарной тактики и аварийно-спасательной техники.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Vyhláška 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany.
2. Učební osnovy kurzů, MV – GŘ HZS ČR, 2013.
3. Usnesení vlády ČR № 1542/2005, Pravidla vzdělávání zaměstnanců ve správních úřadech, 2005.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.32-38>

УДК 614.839::628.924::519.63

**канд. техн. наук, доц. Миканович А.С., Алиев К.С.**

## **Разработка модели легкобрасываемой конструкции в программном комплексе ANSYS**

*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

На примере стеклопакета изучен порядок моделирования легкобрасываемых конструкций в программном комплексе ANSYS Workbench.

*Ключевые слова:* легкобрасываемая конструкция, дефлаграционное сгорание, моделирование в ANSYS Workbench

**Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof. A.S. Mikanovich, K.S. Aliev**

## **Development of a model of an easily resettable structure in the ANSYS software package**

*The state educational establishment «University of civil protection of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus», Minsk*

On the example of a double-glazed unit, the procedure for modeling easily resettable structures in the ANSYS Workbench software package was studied.

*Keywords:* easily resettable structure, deflagration combustion, ANSYS Workbench simulation

Взрыв является одной из наиболее опасных аварий, приводящих к чрезвычайной ситуации. Взрывозащита производственных и складских помещений и зданий на стадии проектирования решается комплексным применением различных объемно-планировочных, технологических и конструктивных решений.

Для защиты людей и материальных ценностей от опасных факторов взрыва должен быть предусмотрен комплекс мероприятий по противовзрывной защите, одним из конструктивных решений которого является устройство легкобрасываемых конструкций (далее – ЛСК). На сегодняшний день в качестве ЛСК допускается использовать только

одинарное остекление, имеющее параметры не менее указанных в [1]. Любые иные технические решения, планируемые к использованию в качестве ЛСК, должны подтвердить возможность их применения испытаниями по [2]. С целью минимизации затрат на проведение испытаний после достаточной наработки экспериментальной базы для моделирования поведения ЛСК при дефлаграционном сгорании в замкнутом объеме может быть использован программный продукт ANSYS Workbench.

Рассмотрим процесс разработки модели оконного блока со стеклопакетом, предлагаемого к использованию в качестве ЛСК.



Для моделирования конструкции в программном комплексе ANSYS необходимо выполнить ряд операций.

В открытой программе в панели инструментов развернуть компоненты во вкладке «Component systems». Далее выбрать вкладку геометрической модели и перетянуть ее на рабочее поле, предварительно задав имя данной модели. После чего перейти в режим моделирования геометрической модели «Geometry», щелкнув правой кнопкой мыши на второй строчке с наименованием «Geometry» компонента «Geometry» и выбрав комплекс моделирования «DesignModeler».

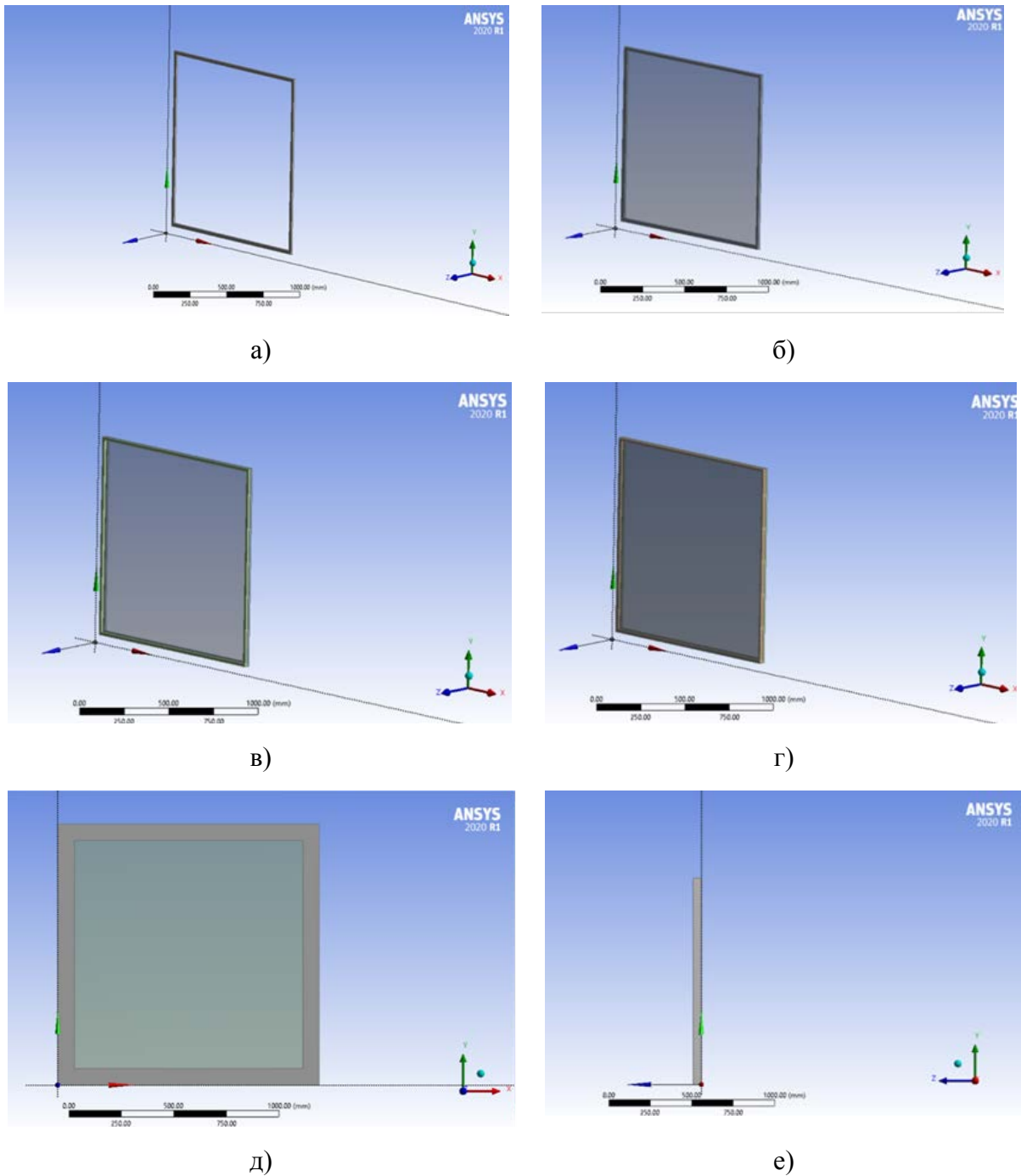
На панели инструментов выбрать оси XY для моделирования профиля на вкладке «XYplane», нажать один раз на вкладку «XYplane», после чего нажать на панели инструментов кнопку «New plane». Для предотвращения ошибочных действий с элементами рекомендуется переименовать данную плоскость названием моделируемого элемента конструкции латинскими буквами, нажать кнопку «Generate». Далее один раз нажать правой кнопкой мыши на данную плоскость, выбрать параметр «Look at» и нажать на панели инструментов вкладку «Sketching», там выбрать вкладку «Draw».

Приступить к непосредственному моделированию элементов конструкции при помощи инстру-

ментов рисования вкладки «Draw». Рекомендуется рисовать элемент конструкции с использованием элемента рисования «Прямоугольник». Для этого необходимо выбрать вкладку «Rectangle». Начиная с координаты (0;0) нарисовать прямоугольник, в центре этого прямоугольника нарисовать такой же прямоугольник меньшего размера. После этого выбрать на панели инструментов вкладку «Dimensions», где выбрать вкладку «Horizontal» для задания горизонтальных размеров на модели и выбрать две линии модели, между которыми необходимо задать размер. Таким же образом с использованием вкладки «Vertical» задать вертикальные размеры.

Далее снова необходимо перейти на вкладку «Modelling» на панели инструментов, развернуть вкладку с наименованием плоскости (пример – element1), выбрать компонент «Sketch» и вытянуть, нажимая кнопку «Extrude», после чего на панели инструментов в поле «Depth» указать длину, на которую необходимо вытянуть профиль, а также в поле «Operations» выбрать «Add frozen» после чего нажать кнопку «Generate».

Таким же образом производится построение геометрической модели остальных элементов конструкции (рама, штапик, дистанционная рамка, стекло), как показано на рисунке 1.



а) общий вид оконной рамы; б) общий вид стекол с дистанционной рамкой; в) общий вид рамы, стекла и дистанционной рамки; г) общий вид конструкции в трех осях; д) общий вид конструкции «XYplane»; е) общий вид конструкции «YZ plane»

Рисунок 1. – Построение геометрической модели конструкции

После построения геометрической модели необходимо сохранить изменения и выйти из комплекса моделирования.

Затем на панели инструментов ANSYS выбрать вкладку «LS-DYNA» и перетянуть ее на ра-

бочее поле. Далее необходимо «привязать» данный компонент к геометрической модели. Для этого необходимо нажать левой кнопкой мыши на рабочую строку компонента геометрической модели и перетянуть

в компонент «LS-DYNA» в строчку «Geometry».

Далее в компоненте «LS-DYNA» открыть вкладку «Engineering data», куда необходимо из имеющейся в комплексе библиотеке выбрать характеристики используемых материалов. После того, как все характеристики заданы, закрыть вкладку «Engineering data».

Теперь в компоненте «LS-DYNA» открыть вкладку «Model». В появившейся панели инструментов открыть вкладку «Geometry», поочередно выбирать тела «Solid» и в раскрывшемся окне параметров в строке «Assignment» выбирать материал, соответствующий выбранному телу. В качестве примера на рисунке 2 приведены свойства стекла ЛСК.

Properties of Outline Row 4: Glass				
	A	B	C	D E
1	Property	Value	Unit	
2	Material Field Variables	Table		
3	Density	2200	kg m <sup>-3</sup>	
4	Isotropic Elasticity			
5	Derive from	Young's...		
6	Young's Modulus	7E+10	Pa	
7	Poisson's Ratio	0.23		
8	Bulk Modulus	4.321E+10	Pa	
9	Shear Modulus	2.8455E+10	Pa	

Рисунок 2. – Указание свойств стекла

Далее необходимо смоделировать сетку, которая делит тела на единицы объема при моделировании прогиба. Для этого необходимо выбрать вкладку «Mesh», в строке «Physics preference» выбрать «Explicit». После этого на вкладке «Mesh control» выбрать «Sizing», выбрать тела и в строке «Geometry» нажать кнопку «Apply», в строке «Element size» выбрать размер ячейки. При разных размерах ячеек тел – для тел с другим размером ячейки повторить операцию, после чего нажать кнопку «Update». В результате данной операции конструкция для моделирования будет разбита на объемные ячейки предварительно заданного размера.

После создания сетки необходимо задать условия воздействия

давлением. Для этого необходимо правой кнопкой мыши нажать вкладку «Workbench LS-DYNA», в появившемся окне выбрать вкладку «Insert», а в появившемся списке выбрать компоненты «Fixed support», «Pressure», «Section». Для того, чтобы задать воздействие давлением необходимо выбрать компонент «Pressure». В данном компоненте в строке «Geometry» выбрать поверхности, которые будут подвержены воздействию давлением. В строке «Define by» выбрать параметр «Normal to», а в строке «Magnitude» выбрать параметр «Tabular data». В окне справа выбрать вкладку «Tabular data» и в появившейся таблице задать зависимость избыточного давления от времени (рисунок 3).

Tabular Data		
	Time [s]	<input checked="" type="checkbox"/> Stress Probe 2 (Maximum Principal) [Pa]
1	0.	0.
2	2.8e-002	3.6613e+007

Рисунок 3. – Зависимость избыточного давления от времени

Далее необходимо выбрать вкладку «Fixed support» и в строке «Geometry» выбрать ребра конструкции, относительно которых

необходимо замоделировать прогиб от воздействия давления на поверхность конструкции (рисунок 4).

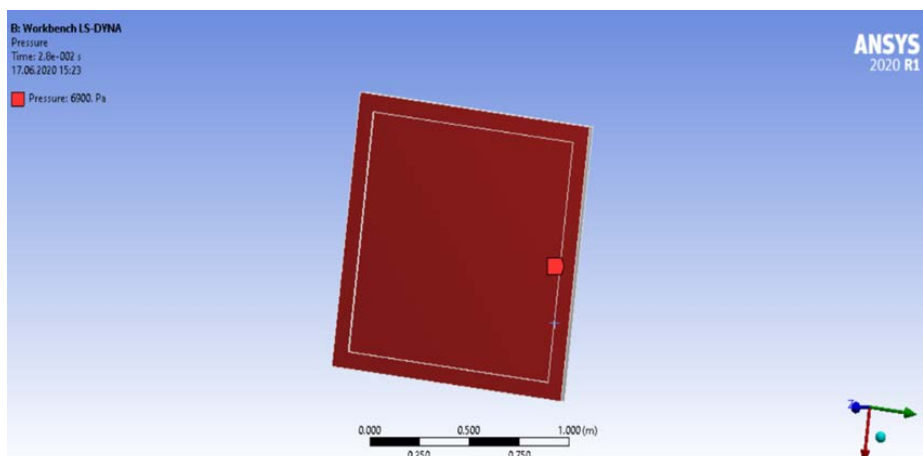


Рисунок 4. – Внутренние ребра конструкции

Затем выбирается компонент «Section», где в строке «Geometry» указываются все компоненты,

а потом нажимается кнопка «Apply» (рисунок 5).

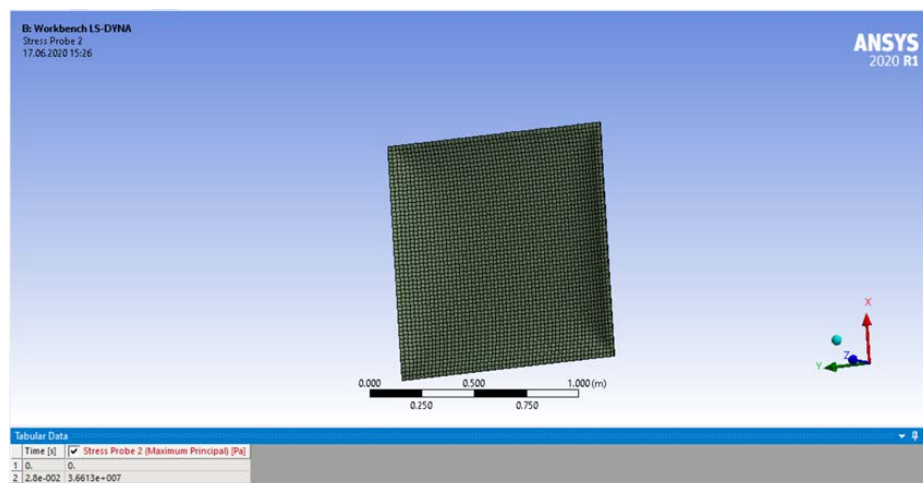


Рисунок 5. – Модель сетки, которая делит тело на единицы объема при моделировании прогиба

Затем задаются условия моделирования. Для этого необходимо выбрать компоненты «Analysis set-

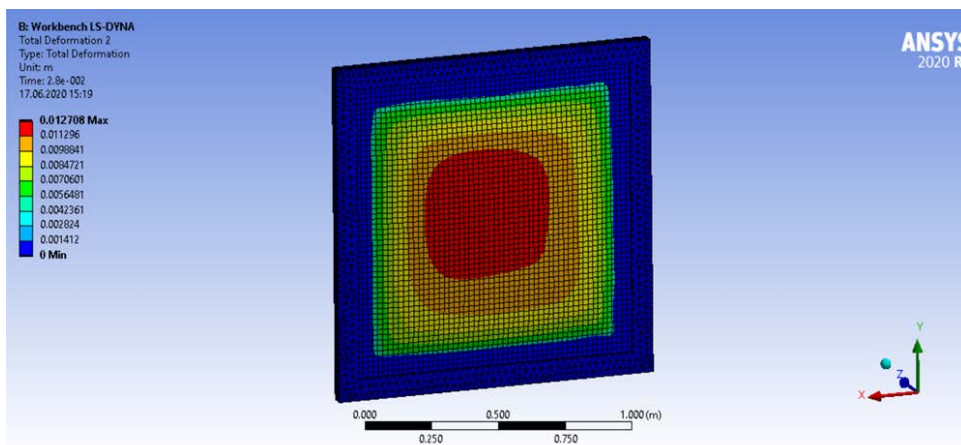
tings». В строке «End time» необходимо задать конечную временную точку моделирования. В строке

«Solver precision» выбрать параметр «Double». В строке «Unit system» выбрать параметр «mks». Теперь необходимо правой кнопкой нажать на компонент «Solution», где выбрать вкладку «Insert», а в появившемся списке выбрать компоненты «Total deformation» и «Stress probe». После чего выбрать компоненты «Total deformation» и в строке «Geometry» при помощи объемного выделения выбрать внутреннюю стеклянную пластину, а во втором компоненте «Total deformation» – внеш-

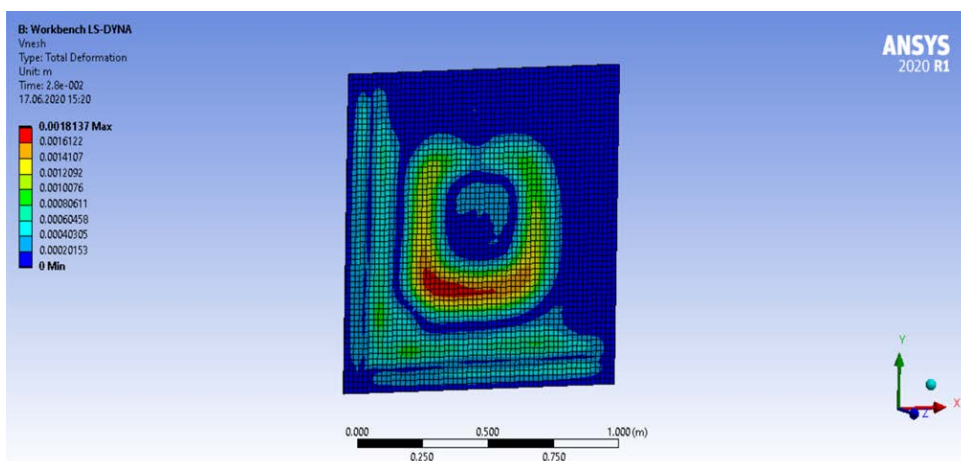
нюю. Аналогичную операцию произвести с компонентом «Stress probe». Рекомендуется переименовывать данные компоненты «Solution» согласно выбранным элементам.

После нажатия кнопки «Solve» программный комплекс смоделирует прогиб конструкции при воздействии на нее давлением.

Общий вид расчетных конечно-элементных моделей ЛСК представлен на рисунке 6.



а)



б)

а) внутренняя стеклянная пластина (со стороны приложения нагрузки) с обозначением стрелы прогиба стеклопакета; б) внешняя стеклянная пластина (со стороны приложения нагрузки) с обозначением стрелы прогиба стеклопакета

Рисунок 6. – Общий вид расчетных конечно-элементных моделей легкобросываемой конструкции

## Выводы

В результате изучения программного средства ANSYS Workbench определен порядок построения расчетных конечно-элементных моделей на примере ЛСК в виде стеклопакета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс] : СН 2.02.05-2020 // СтройДОК Online / РУП «Стройтехнорм». – Режим доступа: <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа: 03.09.2021.

2. Конструкции легкобрасываемые. Метод определения избыточного давления вскрытия [Электронный ресурс] : Государственный стандарт Республики Беларусь, СТБ 1762–2007. – Введ. 01.01.2008 // Стройдок Online. – Минск, 2020.

## REFERENCES

1. Pozharnaya bezopasnost' zdaniy i sooruzhenij [Elektronnyj resurs] : SN 2.02.05-2020 // StrojDOK Online / RUP «Strojtekhnorm». – Rezhim dostupa: <https://normy.by/ips.php>. – Data dostupa: 03.09.2021.

2. Konstrukcii legkosbrasyvaemye. Metod opredeleniya izbytoch-nogo davleniya vskrytiya [Elektron-nyj resurs] : Gosudarstvennyj standart Respubliki Belarus', STB 1762–2007. – Vved. 01.01.2008 // Strojdok Online. – Minsk, 2020.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.39-49>

УДК 614.84

канд. экон. наук Секотская О.В.

**Об эффективных средствах и технологиях гражданской защиты от чрезвычайных ситуаций в рамках реализации государственной научно-технической программы «Защита от чрезвычайных ситуаций – 2020», 2016–2020 годы**

*Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций»  
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск*

Приведены важнейшие результаты реализации государственной научно-технической программы «Защита от чрезвычайных ситуаций – 2020», 2016-2020 годы, направленные на решение основных задач государственной политики в сфере обеспечения безопасности жизнедеятельности населения.

*Ключевые слова:* безопасность, защита от чрезвычайных ситуаций, научно-технические разработки

**Ph.D. (Econ.) O.V. Sekotskaya**

**Effective means and technologies of civil protection from emergencies as part of the implementation of the state scientific and technical program «Protection from emergencies – 2020», 2016-2020**

*The institution “Scientific and Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations” of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk*

The most important results of the state scientific and technical program «Protection from emergencies – 2020», 2016–2020, aimed at solving the main problems of state policy in the sphere of life safety of the population.

*Keywords:* safety, protection from emergency situations, scientific and technical developments

В соответствии с Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 15.12.2016 № 466, государственная политика в сфере обеспечения безопасности жизнедеятельности населения направлена на создание благоприятных условий для комфортного проживания, снижение риска возникновения бедствий и гибели людей,

минимизацию возможного ущерба от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Одним из основных направлений реализации государственной политики в области гражданской обороны, согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 09.12.2013 № 1051 «Об утверждении Основных направлений реализации государственной политики в области гражданской

обороны», является осуществление научно-технической деятельности, направленной на решение проблем безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций, формирование и развитие системы научных знаний в области гражданской защиты.

Определены следующие задачи по данному направлению:

- реализация государственных программ научных исследований и государственных научно-технических программ в сфере защиты от чрезвычайных ситуаций и опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий;

- внедрение современных и перспективных образцов специального оборудования и техники, средств и технологий предупреждения и ликвидации аварий и катастроф, а также создание нормативно-методической базы в области защиты от чрезвычайных ситуаций;

- совершенствование системы подготовки специалистов аварийно-спасательных служб и научных кадров в области гражданской защиты.

В связи с этим весьма актуальной явилась разработка государственной научно-технической программы «Защита от чрезвычайных ситуаций – 2020», 2016–2020 годы (далее – ГНТП), основная цель которой – минимизация социального, экономического и экологического ущерба, наносимого населению, экономике и природной среде в результате чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, посредством разработки и внедрения эффективных средств и технологий гражданской защиты. ГНТП соответствует пункту 9 Приоритет-

ных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016–2020 годы, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь от 22.04.2015 № 166 «Национальная безопасность и обороноспособность, защита от чрезвычайных ситуаций».

Разработки в ходе реализации ГНТП выполнены на основе преемственности и дальнейшего развития результатов НИОКР по ГНТП «Разработка и внедрение средств и технологий для развития Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (2011–2015 гг.), в рамках которой создан ряд образцов аварийно-спасательной техники, средств пожаротушения, информационно-аналитических систем мониторинга, прогнозирования чрезвычайных ситуаций и обеспечения эффективного управления при минимизации их последствий.

В ходе реализации ГНТП выполнялись научно-исследовательские, опытно-конструкторские и опытно-технологические работы по следующим направлениям:

- разработка и совершенствование специальной техники, оборудования и экипировки для проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения;

- создание технических и программных средств, нормативной и методической базы в сфере прогнозирования, предупреждения и раннего реагирования на чрезвычайные ситуации;

- разработка средств и технологий совершенствования обучения населения по вопросам безопасности



жизнедеятельности и профессиональной подготовки специалистов аварийно-спасательных служб.

В период с 2016 по 2020 год в рамках ГНТП выполнено 11 заданий, в результате которых создано и освоено в производстве 28 объектов новой научно-технической продукции, получено 5 патентов.

Основные наиболее важные результаты ГНТП приведены ниже.

Впервые в Республике Беларусь разработана отечественная **автолестница пожарная АЛ-32 (5340) на базе шасси МАЗ с высотой подъема 32 м со съемной люлькой на вершине стрелы**. Организация-разработчик – ООО «ПОЖСНАБ».

Разработка относится к IV технологическому укладу, предназначена для использования органами и подразделениями по чрезвычайным ситуациям для проведения спасательных работ по эвакуации людей, тушения пожаров в многоэтажных зданиях, резервуарных парках, а также выполнения других вспомогательных операций.

Автолестница может использоваться как самостоятельная боевая единица или для подачи огнетушащих веществ в очаг пожара при работе с одной или несколькими автоцистернами. По своим техническим параметрам превосходит отечественный аналог производства СООО «Завод современной пожарной техники» (Республика Беларусь), который не имеет съемной люльки на вершине стрелы и является сборочной единицей из импортных комплектующих, а также зарубежный аналог DLK 23-12 CS (IVECO) производства LTD «MAGIRUS» (Германия). Созданная автолестница по

стоимости в 1,2–1,4 раза ниже стоимости зарубежных аналогов.

ООО «ПОЖСНАБ» осуществлена технологическая подготовка производства [1].

Разработана перспективная модель **шлема пожарного-спасателя**, обеспечивающая защиту головы пожарного-спасателя от механических повреждений, воды, теплового излучения и поражения электрическим током при проведении работ по тушению пожаров и ликвидации аварий. Организации-разработчики – НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси, РПУП «Униформ», ООО «Белкарпластик».

Разработка относится к IV технологическому укладу и значительно превосходит отечественный аналог шлема пожарного модели ШП-09 производства СООО «АГВ-Полспо» (г. Полоцк) по эргономическим свойствам и, в отличие от последнего, оборудован дополнительным амортизатором, имеет устройство плавного регулирования внутренней оснастки во всем диапазоне размеров (55–61).

Разработанная модель соответствует уровню лучших мировых аналогов (Франция, Польша, Россия) по эргономическим, защитным свойствам и техническим характеристикам. Высокая конкурентоспособность разработанного шлема обеспечивается как высокими техническими и эксплуатационными характеристиками, так и более низкой стоимостью по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами.

В комплект шлема входит несколько пелерин различного конструктивного исполнения в виде кольцевого сектора, предусматрива-

ется возможность полного закрытия шеи пожарного-спасателя. Конструкция корпуса шлема также предусматривает возможность комплектования вспомогательным оборудованием (фонарями, в том числе налобными, тепловизором, экшн камерой и т.д.).

РПУП «Униформ» проведена технологическая подготовка производства. За 2018–2020 годы выпущено и реализовано 5300 шлемов на сумму 1 357 959,57 руб. (635 223,61 долл. США). Разработка имеет патент Республики Беларусь (промышленный образец). Действует переходящий лицензионный договор, по которому за 2018–2020 годы получено перечислений в сумме 2 049,35 руб. [2].

Разработан опытный образец **блока передачи сообщений с программным обеспечением к нему, серверу и автоматизированному рабочему месту диспетчера системы передачи извещений о чрезвычайных ситуациях** (далее – БПС). Организации-разработчики – НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси, государственное предприятие «НИИ ТЗИ».

Разработка относится к V технологическому укладу. БПС предназначен для приема сигналов от приемно-контрольного оборудования (приборов приемно-контрольных пожарных – ППКП), анализа этих сигналов и передачи полученных результатов о состоянии ППКП, а также передачи фото- и видеoinформации по каналу GSM (с поддержкой технологии «3G») на пульт централизованного наблюдения.

Разработаны программные модули сервера и автоматизированного

рабочего места (далее – АРМ) диспетчера системы передачи извещений о чрезвычайных ситуациях. Функции программного обеспечения сервера: регистрация, обработка и сохранение оперативной информации в виде сообщений, поступающих на сервер от УОО СПИоЧС «Молния» и БПС, контролирующего состояние ППКП на объектах, обслуживаемых подразделениями МЧС; передача принятых сообщений в подключенные к серверу АРМ диспетчеров в режиме реального времени; автоматическое регулярное резервирование базы данных извещений в фоновом режиме работы один раз в 24 часа; хранение информации базы данных по объектам; обеспечение пользовательского программного интерфейса в виде графического окна. Разработано программное обеспечение. По результатам приемочных испытаний опытного образца БПС конструкторской документации присвоена литера О1, опытный образец передан для проведения расширенных эксплуатационных испытаний [3].

Проведены исследования пожарных лафетных стволов различной производительности – УКТП «Пурга», ручных пожарных стволов универсальных отечественного производства (СПРУ-50/0,7; СПРУК-50/0,7 «Викинг» (мод. «А» и мод. «Б»)), пенообразователей отечественного производства («Барьер-пленкообразующий» – фторсодержащий целевого назначения, «Синтек» – общего назначения). Организации-разработчики – НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси, УГЗ МЧС Беларуси.

В ходе выполнения проекта:

– разработаны **рекомендации по технологии тушения пожаров в зданиях и сооружениях, а также резервуарных парков с помощью современных многофункциональных ручных и лафетных пожарных стволов;**

– внедрены способы тушения в соответствии с разработанной и описанной в рекомендациях **технологией тушения пожаров в зданиях и сооружениях, а также резервуарных парков с помощью современных многофункциональных ручных и лафетных пожарных стволов;**

– разработан и размещен в системе moodle **электронный учебно-методический комплекс** (далее – ЭУМК) **по технологии применения ручных пожарных стволов**, представляющий собой информационный ресурс, включающий методические рекомендации по использованию стволов, тестовые задания для проведения контроля знаний, методические разработки для проведения учебных занятий в подразделениях МЧС.

Разработанные рекомендации будут регламентировать новые для Республики Беларусь и стран СНГ технологии тушения пожаров в зданиях и сооружениях, а также резервуарных парков с помощью современных многофункциональных лафетных и ручных пожарных стволов. Внедрение разработанного ЭУМК по технологии применения лафетных и ручных пожарных стволов в образовательный процесс подготовки специалистов позволит выработать у обучающихся навыки принятия правильных управленческих решений в условиях чрезвычайных

ситуаций и, как следствие, снизить показатели гибели, травматизма и материального ущерба от них.

Программный продукт будет использован в образовательном процессе УГЗ МЧС Беларуси [4, 5, 6].

Создан **программный комплекс, обеспечивающий статистический учет и анализ чрезвычайных ситуаций (в том числе пожаров), их последствий**, а также детализирующих факторов. Организации-разработчики – НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси, ООО «ВайсВеб».

Разработка относится к V технологическому укладу. Комплекс разработан с использованием веб-технологий и реализован на базе свободно распространяемых программных продуктов и технологий (ОС Ubuntu, СУБД PostgreSQL и др.), включает группу серверов с программным обеспечением, позволяющим осуществлять прием, обработку и выдачу информации, связанной с зарегистрированными чрезвычайными ситуациями. Аналитический модуль комплекса в режиме OLAP позволяет получать данные в виде формализованных отчетов, предварительно отфильтрованных выгрузок информации.

Аутентификация и права доступа к функциям комплекса регулируются встроенной системой аудита, обеспечивающей создание пользовательских учетных записей на базе гибко формируемых ролей. Доступ пользователей осуществляется через телекоммуникационную сеть МЧС посредством веб-браузера.

Созданный программный комплекс направлен на повышение эффективности организации служебной деятельности подразделений

МЧС за счет автоматизации процедур сбора, консолидации, обработки, анализа информации, увеличения быстродействия аналитических и предшествующих им работ, снижения совокупной стоимости владения программным комплексом. Разработанный программный комплекс введен в опытную эксплуатацию [7].

Разработан и внедрен в учебный процесс УГЗ МЧС Беларуси **тренажерный комплекс по моделированию и отработке действий спасателей по ликвидации чрезвычайных ситуаций в ограниченном пространстве.** Организация-разработчик – УГЗ МЧС Беларуси.

Разработка относится к V технологическому укладу. Использование в учебном процессе тренажерного комплекса позволяет моделировать боевую работу пожарных-спасателей в условиях воздействия высоких температур, непригодной для дыхания среды, ограниченной видимости, непредвиденного комплексного воздействия света и звука, стесненных и захламленных помещений, затруднений при эвакуации людей и доставки спасательного оборудования к месту чрезвычайной ситуации. Тренажерный комплекс позволяет существенно повысить эффективность подготовки пожарных-спасателей и формирует знания по вопросам охраны труда. Отечественные и зарубежные аналоги разработки отсутствуют [7].

В УГЗ МЧС Беларуси разработано и внедрено в учебный процесс **программное обеспечение для тактической подготовки членов комиссии по чрезвычайным ситуациям (модуль «Авария на химически опасном объекте, объекте**

**ядерного топливного цикла, опасность биологического заражения».** Организации-разработчики – УГЗ МЧС Беларуси, ООО «БСВТ – новые технологии».

Разработка относится к V технологическому укладу. Программное обеспечение позволяет моделировать возникновение аварий и развитие чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах, объектах ядерного топливного цикла, при опасности биологического заражения, а также моделировать деятельность комиссии по чрезвычайным ситуациям. С помощью тренажера, включающего модули редактора, обучающегося и преподавателя, для проведения занятий можно создавать и редактировать различные сценарии чрезвычайных ситуаций, использовать реальные карты местности, моделировать обстановку при чрезвычайных ситуациях с учетом закономерностей их развития, воздействия опасных факторов и принимаемых действий обучающихся.

Использование гибкой системы установки параметров, влияющих на распространение моделируемых аварий (метеоусловия, количество опасного вещества, время на выполнения упражнения и др.), наличие возможности осуществления контроля и анализа действий обучающихся на всех этапах выполнения заданий, подключения нескольких модулей обучающихся на одно место инструктора для выполнения совместных действий в одном виртуальном пространстве обеспечивают повышение качества и эффективности обучения, снижение стоимости обучения. Отечественные и за-

рубежные аналоги разработки отсутствуют [7].

Впервые в Республике Беларусь создана уникальная **информационно-аналитическая система оценки рисков затоплений от рек в период весеннего половодья и паводков на основе ретроспективного анализа исторических данных по затоплениям и условиям их возникновения в Беларуси**. Организация-разработчик – НИИПФП им. А.Н.Севченко БГУ.

Разработка относится к V технологическому укладу. Разработаны алгоритмы оценки рисков затоплений в период весеннего половодья и паводков для краткосрочного и долгосрочного (на сезон) прогнозирования, прошедшие тестирование и оптимизацию по данным 25 мест затопления и обеспечивающие в автоматизированном режиме достоверную оценку рисков затоплений с категоризацией на основе данных Белгидромета.

Разработанный комплекс программных средств обеспечивает ведение справочников, ввод и редактирование оперативных данных по затоплениям и привлекаемым силам и средствам, формирование сводной отчетности и отображение данных на картографической основе. Созданная система успешно прошла опытную эксплуатацию.

По результатам проведенных приемочных испытаний информационно-аналитическая система оценки рисков затоплений рекомендована к введению в эксплуатацию в системе МЧС Республики Беларусь. Внедрение информационно-аналитической системы осуществле-

но в РЦУРЧС МЧС Республики Беларусь [7].

Впервые в Республике Беларусь разработан и введен в опытную эксплуатацию **дополнительный функционал мобильного приложения «Помощь рядом»**. Организация-разработчик – НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси, ООО «Альфасофт».

Разработка относится к V технологическому укладу. Она позволяет существенно повысить эффективность служебной деятельности подразделений по чрезвычайным ситуациям. Благодаря разработанному дополнительному функционалу мобильное приложение «Помощь рядом» позволяет оперативно проводить категоризацию и сортировку по различным признакам вводимых сообщений, контролировать состояние готовности и автоматической передачи данных, обеспечивать сохранность информации и устойчивую работу при нагрузке на сервер в 150 000 пользователей одновременно.

Доработанный функционал приложения используется в интересах органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям для ситуационного мониторинга, сбора информации с места событий, контроля и анализа динамики выполнения различных задач, координации волонтеров и различных групп как простых пользователей, так и специалистов в случае масштабных нештатных ситуаций.

Сверх технического задания и КТУ проекта реализованы функции приложения: закрепление сообщения для диспетчера, изменение масштабов выбранного сообщения

на картах, изменение интерфейса ответов на сообщение. Разработка позволяет повысить эффективность выполнения служебных задач подразделений МЧС Республики Беларусь [8].

Разработаны, изготовлены и введены в эксплуатацию в образовательном центре безопасности жизнедеятельности в г. Минске **18 высокотехнологичных систем, комплексов и АСУ для интерактивных площадок: тренажеры «Вред курения. Активный и пассивный курильщик», «Опрокидывающийся автомобиль», «Энергия и полезные калории», «Здоровое питание», «Негативное воздействие на организм: Вредные привычки. Плохое питание», «Интерактивная настольная игра ЗОЖ», «Интернет-безопасность», «Незнакомец за дверью. Правила поведения», «Сильный ветер», «Опасность вождения в пьяном виде», а также тренажерный комплекс «Безопасный «умный» дом», инсталляции «Выезжающий автомобиль из арки здания», «Переход пешеходом проезжей части (перекресток)», квест «Безопасность», интерактивная площадка «Природные ЧС», ПО для интерактивных зон «Мой день», «Допсихологическая помощь», программное обеспечение программ-тестов на тему «Здоровый образ жизни и доврачебная помощь». Организации-разработчики – НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси, УГЗ МЧС Беларуси, Академия МВД Республики Беларусь, ООО «ИнКата», ООО «Игры разума», РУП «Научно-практический центр гигиены».**

Разработка относится к V технологическому укладу. Выполненные разработки не имеют аналогов в Республике Беларусь и странах СНГ. Созданные программные обеспечения для активации и управления разработанными тренажерными комплексами позволяют осуществлять такие реалистичные эффекты, как кинетическая обратная связь обучающегося и соответствующего тренажера, световые и объемные звуковые спецэффекты, интерактивная визуализация происшествия, взаимодействия обучающегося с моделируемой средой. При этом предусмотрена возможность управления сценариями для администратора.

Обучение в центре позволяет выработать безопасное поведение людей за счет повышения уровня культуры безопасности, в результате чего сократить гибель людей, минимизировать материальный ущерб от чрезвычайных ситуаций [9, 10, 11].

### Заключение

В результате выполнения ГНТП обеспечен выпуск вновь освоенной продукции на сумму 5 505 572,90 рублей (2 673 316,59 долларов США), что в 1,3 раза превышает объем бюджетных средств (4 125 548,30 рублей), затраченных на выполнение программы. Созданная в рамках ГНТП научно-техническая продукция основана на новейших научных достижениях и конкурентоспособна, расширяет экспортные возможности производителей, обеспечивает сокращение импорта специальной техники и средств для аварийно-спасательных работ и пожаротуше-

ния.

В целом, достигнутые результаты в рамках реализации ГНТП способствуют повышению эффективности превентивных мер и оперативности действий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, что приводит к повышению уровня защищенности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также снижению потерь хозяйственного комплекса республики, вызываемых авариями и катастрофами.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Казябо, В.А. Разработка и освоение производства автолестницы пожарной с высотой подъема 32 м и съемной люлькой / В.А. Казябо, Ю.И. Шавель, И.Н. Гончаров // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2019. – № 2. – С. 194–206.
2. Шумай, С.М. Разработка, научное обоснование параметров и результаты испытаний перспективной модели шлема пожарного-спасателя / С.М. Шумай, В.В. Воронич, С.П. Асташов, С.М. Малашенко, В.В. Кашанкова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2018. – № 2. – С. 113–120.
3. Иванов, Ю.С. Разработать блок передачи сообщений, программное обеспечение для сервера и автоматизированного рабочего места диспетчера системы передачи извещений о чрезвычайных ситуациях: отчет о НИР № ГР 20201090 / Ю.С. Иванов [и др.]. – Минск, 2020. – 75 с.
4. Шилов, И.А. Разработка универсального заземления пожарных стволов, установление безопасных расстояний при использовании стволов СПРУ-50/0,7 (или аналогов) для тушения установок (оборудования) под напряжением. – Магистерская диссертация. Шифр специальности 1-94 80 01. – УГЗ МЧС Республики Беларусь, Минск, 28.02.20.
5. Камлюк, А.Н. Пеногенератор пожарного ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг»/ В.В. Пармон, М.Ю. Стриганова, А.А. Морозов, А.С. Курочкин // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2. – № 3. – С. 335–342.
6. Оптимизация геометрических параметров пеногенератора пожарного ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг» / А.Н. Камлюк [и др.] // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2. – № 4. – С. 471–477.
7. Игнашева, О.Е. Научно-организационное сопровождение ГНТП «Разработка и внедрение средств и технологий для защиты от чрезвычайных ситуаций» («Защита от чрезвычайных ситуаций – 2020»): отчет о НИР № ГР 20163553 / О.Е. Игнашева/ – Минск, 2020. – 49 с.
8. Иванов, Ю.С. Использование мобильного приложения «Помощь рядом» для создания многопользовательской платформы в интересах подразделений МЧС / Ю.С. Иванов, Н.В. Лапицкая, А.Е. Клебан // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2018. – № 2. – С. 25–29.
9. Иванов, Ю.С. Интерактивные тренажеры для формирования культуры безопасности жизнедеятельно-

сти обучающихся в центре безопасности МЧС Республики Беларусь пожарного / Ю.С. Иванов, А.С. Лукьянов, В.К. Емельянов // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2021. – № 1. – С. 17–24.

10. Иванов, Ю. С. Разработать аппаратно-программные комплексы, обучающие тренажеры и методическое обеспечение для создания инновационно-образовательного центра безопасности с использованием моделирования чрезвычайных ситуаций на основе современных информационных технологий: отчет о НИР № ГР 20130248 / Ю.С. Иванов [и др.]. – Минск, 2014. – 76 с. – Деп. в ГУ «БелИСА» 13.03.2015 № 201506.

11. Лукьянов, А.С. Разработать и внедрить тренажеры для интерактивных площадок «Здоровый образ жизни и доврачебная помощь», «Общественная безопасность», «Природные ЧС», «Безопасный дом – безопасная страна» в республиканском Центре безопасности МЧС Республики Беларусь: отчет о НИР № ГР 20192144 / Минск, 2020. – 149 с. – Деп. в ГУ «БелИСА» 12.04.2021.

## REFERENCES

1. Kazyabo, V.A., Shavel', YU.I., Goncharov, I.N. Razrabotka i osvoyeniye proizvodstva avtolestnitsy pozharnoy s vysotoy pod"yema 32 m i s"yemnoy lyul'koy / V.A. Kazyabo, YU.I. Shavel', I.N. Goncharov // Chrezvychaynyye situatsii: preduprezhdeniye i likvidatsiya. – 2019. – № 2. – S. 194–206.

2. Shumay, S.M., Voronovich, V.V., Astashov, S.P., Malashenko,

S.M., Kashankova V.V. Razrabotka, nauchnoye obosnovaniye parametrov i rezultaty ispytaniy perspektivnoy modeli shlema pozharnogo-spasatelya / S.M. Shumay, V.V. Voronovich, S.P. Astashov, S.M. Malashenko, V.V. Kashankova // Chrezvychaynyye situatsii: preduprezhdeniye i likvidatsiya. – 2018. – № 2. – S. 113–120.

3. Ivanov, YU. S. Razrabotat' blok peredachi soobshcheniy, programmnoye obespecheniye dlya servera i avtomatizirovannogo rabocheho mesta dispetchera sistemy peredachi izveshcheniy o chrezvychaynykh situatsiyakh: otchot o NIR № GR 20201090 / YU.S. Ivanov [i dr.]. – Minsk, 2020. – 75 s.

4. Shilov, I.A. Razrabotka universal'nogo zazemleniya pozharnyh stvolov, ustanovlenie bezopasnyh rasstoyanij pri ispol'zovanii stvolov SPRU-50/0,7 (ili analogov) dlya tusheniya ustanovok (oborudovaniya) pod napryazheniem. – Magisterskaya dissertatsiya. SHifr special'nosti 1-94 80 01. – UGZ MCHS Respubliki Belarus', Minsk, 28.02.20.

5. Kamlyuk, A.N. Penogenerator pozharnogo stvola SPRUK 50/0,7 «Viking» / V.V. Parmon, M.YU. Striganova, A.A. Morozov, A.S. Kurochkin // Vestnik Universiteta grazhdanskoy zashchity MCHS Belarusi. – 2018. – T. 2. – № 3. – S. 335–342.

6. Kamlyuk, A.N. Optimizatsiya geometricheskikh parametrov penogeneratora pozharnogo stvola SPRUK 50/0,7 «Viking» / V.V. Parmon, M.YU. Striganova, A.A. Morozov // Vestnik Universiteta grazhdanskoy zashchity MCHS Belarusi. – 2018. – T. 2. – № 4. – S. 471–477.



7. Ignasheva, O. Ye. Nauchno-organizatsionnoye soprovozhdeniye GNTP «Razrabotka i vnedreniye sredstv i tekhnologiy dlya zashchity ot chrezvychaynykh situatsiy» («Zashchita ot chrezvychaynykh situatsiy – 2020»): otchot o NIR № GR 20163553 / O. Ye. Ignasheva. – Minsk, 2020. – 49 s.

8. Ivanov, YU.S. Ispol'zovaniye mobil'nogo prilozheniya «Pomoshch' ryadom» dlya sozdaniya mnogopol'zovatel'skoy platformy v interesakh podrazdeleniy MCHS / YU.S. Ivanov, N.V. Lapitskaya, A.Ye. Kleban // Chrezvychaynyye situatsii: preduprezhdeniye i likvidatsiya. – 2018. – № 2. – S. 25–29.

9. Ivanov, YU.S. Interaktivnyye trenazhery dlya formirovaniya kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti obuchayushchikhsya v tsentre bezopasnosti MCHS Respubliki Belarus' pozharnogo / YU.S. Ivanov, A.S. Luk'yanov, V.K. Yemel'yanov // Chrezvychaynyye situatsii: preduprezhdeniye i likvidatsiya. – 2021. – № 1. – S. 17–24.

10. Ivanov, YU. S. Razrabotat'

apparatno-programmnye komplekсы, obuchayushchie trenazhery i metodicheskoe obespecheniye dlya sozdaniya innovacionno-obrazovatel'nogo centra bezopasnosti s ispol'zovaniem modelirovaniya chrezvychajnykh situatsiy na osnove sovremennykh informacionnykh tekhnologij: otchyot o NIR № GR 20130248 / YU.S. Ivanov [i dr.]. – Minsk, 2014. – 76 s. – Dep. v GU «BelISA» 13.03.2015 № 201506.

11. Luk'yanov, A.S. Razrabotat' i vnedrit' trenazhery dlya interaktivnykh ploshchadok «Zdorovyj obraz zhizni i dovrachebnaya pomoshch'», «Obshchestvennaya bezopasnost'», «Prirodnye CHS», «Bezopasnyj dom – bezopasnaya strana» v respublikanskom Centre bezopasnosti MCHS Respubliki Belarus': otchyot o NIR № GR 20192144 / Minsk, 2020. – 149 s. – Dep. v GU «BelISA» 12.04.2021.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.50-60>

УДК 372.862

канд. техн. наук Сушко А.А., канд. юрид. наук, доц. Федчук И.Л.

**Технические и педагогические аспекты применения тренажера «Переход пешеходом проезжей части» в Центре безопасности МЧС Республики Беларусь**

*Учреждение образования «Академия Министерства внутренних дел Республики Беларусь», г. Минск*

Теоретически обоснована необходимость повышения уровня и культуры безопасности жизнедеятельности обучающихся в центрах безопасности МЧС Республики Беларусь. Обозначены перспективы дальнейшего повышения эффективности формирования культуры безопасности жизнедеятельности посредством применения методов интерактивного обучения различных слоев населения основам безопасности жизнедеятельности. Обоснованы условия формирования безопасного поведения детей на дороге, в том числе проезжей части. Определены технические особенности и отрабатываемые навыки на разработанном тренажере «Переход пешеходом проезжей части».

*Ключевые слова:* общественная безопасность, культура безопасности жизнедеятельности, тренажер, правила дорожного движения, пешеход

**Ph.D. (Tech.) A.A. Sushko, Ph.D. (Leg.) I.L. Fedchuk**

**Technical and pedagogical aspects of using the simulator «Pedestrian crossing of the roadway» in the Education Center of safety of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus**

*Educational institution «Academy of the Ministry of internal Affairs of the Republic of Belarus», Minsk*

The need to improve the level and culture of life safety of students in the Education Center of safety of the Ministry of emergency situations of the Republic of Belarus is theoretically justified. The prospects for further improving the effectiveness of the formation of a culture of life safety through the use of interactive methods of teaching of the population the basics of life safety are outlined. The conditions for the formation of safe behavior of children on the road, including the roadway, are justified. The technical features and skills on the simulator «Pedestrian crossing the roadway» are defined.

*Keywords:* public safety, culture of safety, the equipment, the rules of the road, pedestrian

В системе основных общегосударственных мер по защите жизни и здоровья граждан значительное место отводится общественной без-

опасности, которая представляет собой особую социальную систему, призванную обеспечить безопасную, а, следовательно, эффективную реа-

лизацию гражданами своих способностей, прав и законных интересов [1, с. 1].

Угрозы общественной безопасности разнообразны и по-разному проявляются в различных сферах жизнедеятельности личности, общества и государства. Со сферой общественной безопасности тесно сопряжены такие опасные антисоциальные явления, как чрезвычайные ситуации, создающие угрозу жизни и здоровью граждан и требующие проведения аварийно-спасательных и восстановительных работ. Одним из видов общественной безопасности является безопасность дорожного движения, а ее обеспечение, по мнению В.В. Зиновенко, относится к одной из центральных задач государства [2, с. 1].

Для решения данной задачи государство задействует разнообразные методы и средства, ключевая роль среди которых отводится методу убеждения и средствам профилактики, посредством которых пропагандируется безопасное поведение и формируется у граждан культура безопасности жизнедеятельности. Повышение уровня и культуры безопасности жизнедеятельности населения согласно п. 52 Концепции национальной безопасности Республики Беларусь остается в числе приоритетов социальной сферы Республики Беларусь [3].

Перспектива дальнейшего повышения эффективности формирования культуры безопасности жизнедеятельности видится в применении методов интерактивного обучения различных слоев населения основам безопасности жизнедеятельности и в первую очередь обу-

чающихся дошкольных, средних, средних специальных и высших учреждений образования, что будет способствовать формированию культуры безопасности жизнедеятельности в обществе, а в долгосрочной перспективе приведет к повышению общего уровня общественной безопасности в стране.

Более глубокое изучение вопросов общественной безопасности с практической отработкой полученных знаний и умений является одной из основных задач центров безопасности МЧС Республики Беларусь [4, с. 6].

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (далее – МЧС) проводит целенаправленную работу по созданию в стране образовательных центров безопасности. К настоящему времени в республике функционируют семь центров безопасности МЧС: в Гомельском районе, г. Витебске, г. Барань Витебской области, г. Лиде Гродненской области, г. Столине Брестской области, г. Могилеве, г. Борисове Минской области. Строительство образовательного центра безопасности жизнедеятельности МЧС закончилось в г. Минске.

Основной целью работы центров является обучение населения правильным действиям при возникновении различных чрезвычайных ситуаций. С помощью инновационных технологий и тренажеров-симуляторов посетители имеют возможность отработать практические навыки спасения людей, пользования первичными средствами пожаротушения, вызова экстренных служб, эвакуации из задымленного помещения и т.д. Помимо того,

в центре можно овладеть навыками безопасного поведения в ситуациях, которые происходят дома и в общественных местах [5].

Актуальность обучения детей правилам безопасного поведения на дороге, в том числе проезжей части, в центрах безопасности МЧС обусловлена и статистическими сведениями. Чаще всего дети участвуют в дорожном движении в качестве пешехода, водителя немеханического транспортного средства (далее – ТС) и его пассажира. В последнем случае возникновение дорожно-транспортного происшествия (далее – ДТП) не зависит от действий ребенка.

Анализ статистических данных показывает, что такие ДТП в общем числе ДТП с участием детей составляет чуть менее 37 % (36,7–36,9 %). В остальных 63 % ДТП с участием детей действия малолетнего участника дорожного движения определяющие. В такой ситуации актуальными становятся вопросы осознанного безопасного поведения и ответственности за здоровье, жизнь как свою, так и жизнь окружающих людей, которые должны прививаться учащимся в ходе изучения Правил дорожного движения (далее – Правила) в рамках учебного курса «Основы безопасности жизнедеятельности».

Кроме того, цель обладания обучающимися знаний Правил сформулирована в форме заказа общества, выраженного законодательно в пункте 3.4. Указа Президента Республики Беларусь от 28 ноября 2005 г. № 551, согласно которому с 1 сентября 2006 года Советом Министров Республики Беларусь долж-

но быть обеспечено включение в учебные программы учреждений образования изучение Правил в объеме требований, предъявляемых к пешеходам, пассажирам, водителям велосипедов, мопедов, гужевых транспортных средств [6].

Мотивация учащегося при изучении Правил – это законодательно оформленная востребованность обществом от учащегося знаний, умений и личностных качеств в объеме требований для перечисленных категорий участников дорожного движения.

Учебная программа факультативного занятия «Основы безопасности жизнедеятельности» для VI–VIII классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, предусматривает формирование: знаний о правилах пользования ТС и о технических средствах организации дорожного движения (сигналах светофора, сигналах и жестах регулировщика, дорожных знаках). При этом должны быть сформированы умения соблюдать Правила в объеме требований к водителям велосипедов, мопедов в случае участия в дорожном движении.

Во II–V классах формируются знания и умения в объеме требований, предъявляемых к пешеходам, пассажирам, водителям гужевых ТС.

С учетом изложенного в рамках выполнения задания 10 «Разработать и внедрить тренажеры для интерактивных площадок «Здоровый образ жизни и доврачебная помощь», «Общественная безопасность», «Природные ЧС», «Безопасный дом – безопасная страна» в республиканском Центре безопасности

МЧС Республики Беларусь» государственной научно-технической программы «Защита от чрезвычайных ситуаций – 2020» коллективом кафедры административной деятельности органов внутренних дел учреждения образования «Академия Министерства внутренних дел Республики Беларусь» проведена работа по разработке тренажера «Переход пешеходом проезжей части».

Тренажер предназначен для использования в рамках интерактивной площадки «Общественная безопасность» для отработки практических навыков в сфере обеспечения безопасности дорожного движения и включает в себя тренажеры «Переход проезжей части вне перекрестка» и «Переход проезжей части на перекрестке».

Пространство реализации тренажера позволяет проводить занятия с имитацией дорожно-транспортной ситуации как в светлое (имитация солнечного дня), так и в темное время суток с обучающимися пешеходами с применением общего шума улицы населенного пункта, который создают интенсивным движением механические ТС.

На тренажере «Переход проезжей части по пешеходному переходу вне перекрестка» моделируется имитация нерегулируемого пешеходного перехода вне перекрестка. На участке пространства, имитирующего проезжую часть, оборудуется в соответствии с СТБ 1300 нерегулируемый пешеходный переход (далее – НПП) [7]. Над тротуаром в начале и конце НПП монтируются по одному светильнику направленного света, которые при моделировании темного времени суток освещают тротуар и небольшую

(до 0,5 м) часть проезжей части, на которой нанесена дорожная разметка 14.1. Светильники включаются и выключаются независимо друг от друга с пульта, на котором осуществляется переключение светильников день/темное время суток.

Имитация НПП вне перекрестка предусматривает 2 режима работы: «светлое время суток»; «темное время суток».

На тренажере отрабатываются навыки применения требований следующих пунктов Правил:

1) правила пересечения проезжей части по нерегулируемому пешеходному переходу (п.п. 16.2. Правил: «Пешеход имеет право на преимущественное пересечение проезжей части дороги по нерегулируемому пешеходному переходу»; п.п. 17.2. «...переходить (пересекать) проезжую часть дороги, убедившись, что выход на проезжую часть дороги безопасен, – по наземному пешеходному переходу);

2) особенности пересечения проезжей части по нерегулируемому пешеходному переходу в различные периоды времени (время года, погодные и климатические условия, время суток);

3) возникновение опасных ситуаций для пешеходов при движении по нерегулируемому пешеходному переходу;

4) действия пешеходов в случае приближения к нерегулируемому пешеходному переходу ТС оперативного назначения с включенными световыми (звуковыми) сигналами (п. 20 Правил: «При приближении транспортного средства с включенными маячками синего или синего

и красного цветов пешеходу запрещается переходить (пересекать) проезжую часть дороги, а пешеход, находящийся на проезжей части дороги, должен покинуть ее, соблюдая меры предосторожности»).

При работе пешеходного светофора должна соблюдаться следующая последовательность включения сигналов: красный – зеленый – зеленый мигающий – красный (п. 8.40 СТБ 1300). Продолжительность работы сигнала зеленый мигающий – 3 с. Продолжительность работы сигналов красный и зеленый от 3 до 15 с с возможностью варьирования из продолжительности с шагом 1 с.

На тренажере отрабатываются навыки применения требований следующих пунктов Правил: п. 42. «Если сигнал светофора выполнен в виде зеленого или красного силуэта пешехода, то его действие распространяется только на пешеходов. Зеленый сигнал разрешает, а красный запрещает движение пешеходов. При этом:

- мигающий зеленый сигнал пешеходного светофора запрещает выход пешеходов на проезжую часть дороги с тротуара или островка безопасности, но разрешает пешеходам, находящимся на проезжей части, продолжить движение в том же направлении или завершить переход проезжей части дороги;

- если красный сигнал пешеходного светофора застал пешехода на проезжей части дороги, на которой отсутствует островок безопасности, то пешеход должен завершить переход проезжей части дороги;

- для информирования пешеходов о том, что в период разрешенно-

го для них движения по пешеходному переходу через переход могут двигаться ТС, выполняющие на перекрестке правый и (или) левый поворот, разрешающий сигнал пешеходного светофора может быть дополнен по периметру кольцом желтого цвета;

- для дополнительного информирования пешеходов о возможности пересечения проезжей части дороги световые сигналы светофоров могут быть дополнены звуковым сигналом;

- для информирования пешеходов о времени ожидания разрешающего сигнала и (или) о времени, оставшемся для безопасного завершения перехода проезжей части дороги, совместно с пешеходными светофорами могут применяться цифровые табло».

Имитация участка проезжей части дороги, на которой нет пешеходного перехода, предусматривает два режима работы: «светлое время суток» и «темное время суток».

На тренажере отрабатываются навыки применения требований следующих пунктов Правил:

- 1) правила пересечения проезжей части вне пешеходного перехода (п.п. 17.3. Правил «Пешеход обязан: при отсутствии в пределах видимости пешехода подземного, надземного, наземного пешеходных переходов и перекрестка переходить (пересекать) проезжую часть дороги по кратчайшей траектории на участке, где дорога хорошо просматривается в обе стороны, убедившись, что выход на проезжую часть дороги безопасен и своими действиями пешеход не создаст препятствия для движения транспортных средств»;

п.п. 18.2 Правил: «Пешеходу запрещается: задерживаться и останавливаться на проезжей части дороги, в том числе на линии горизонтальной дорожной разметки, разделяющей встречные и попутные потоки транспортных средств, за исключением остановки на островках безопасности»; п.п. 18.3. Правил: «Пешеходу запрещается: переходить (пересекать) проезжую часть вне подземного, надземного, наземного пешеходных переходов на участке дороги:

- с разделительной зоной, разделительной полосой;

- с общим числом полос движения шесть и более;

- где установлены дорожные ограждения»;

2) особенности пересечения проезжей части вне пешеходного перехода в различные периоды времени (время года, погодные и климатические условия, время суток) (п.п. 17.3. Правил: «При пересечении проезжей части дороги вне подземного, надземного, наземного пешеходных переходов и перекрестка в темное время суток пешеходу рекомендуется обозначить себя световозвращающим элементом (элементами)»).

В случае приближения к пешеходу вне пешеходного перехода ТС оперативного назначения с включенными световыми (звуковыми) сигналами, его действия должны соответствовать п. 20 ПДД: «При приближении транспортного средства с включенными маячками синего или синего и красного цветов пешеходу запрещается переходить (пересекать) проезжую часть дороги, а пешеход, находящийся на проез-

жей части дороги, должен покинуть ее, соблюдая меры предосторожности».

Тренажер «Переход проезжей части на перекрестке» для отработки практических навыков по переходу проезжей части по пешеходному переходу и без такового на перекрестке. На тренажере моделируется:

1) имитация нерегулируемого перекрестка, на котором обозначены пешеходные переходы и отрабатываются навыки применения требований пунктов 17, 18 и 20 Правил, в соответствии с которыми:

- пешеход обязан: двигаться по тротуару; переходить (пересекать) проезжую часть дороги, убедившись, что выход на проезжую часть дороги безопасен, – по наземному пешеходному переходу;

- пешеходу запрещается: двигаться по краю проезжей части дороги при наличии тротуара, пешеходной или велосипедной дорожки, обочины, по которым возможно движение пешеходов; задерживаться и останавливаться на проезжей части дороги, в том числе на линии горизонтальной дорожной разметки, разделяющей встречные и попутные потоки ТС, за исключением остановки на островках безопасности; переходить (пересекать) проезжую часть вне подземного, надземного, наземного пешеходных переходов на участке дороги; выходить на проезжую часть дороги из-за стоящего ТС или иного объекта, ограничивающего обзорность дороги, не убедившись в отсутствии приближающихся ТС;

- при приближении ТС с включенными маячками синего или синего и красного цветов пешеходу запрещается переходить (пересе-

кать) проезжую часть дороги, а пешеход, находящийся на проезжей части дороги, должен покинуть ее, соблюдая меры предосторожности;

2) имитация четырехстороннего перекрестка, на котором обозначены пешеходные переходы и движение на котором регулируется одним транспортным светофором, расположенным по центру перекрестка на высоте 2,5 м. Режим работы светофорного объекта должен предусматривать перевод его работы в режим желтого мигания (п.п. 8.42 СТБ 1300). Режим работы светофорной сигнализации должен предусматривать мигание их разрешающего сигнала в течение 3 с непосредственно перед его выключением (п.п. 8.38 СТБ 1300). В светофоре в соответствии с п.п. 8.39 СТБ 1300 длительность сигналов, обозначающих границы переходного интервала светофорного регулирования, должна быть следующей:

- желтого сигнала – 3 с;
- красного с желтым сигналом – 2 или 3 с.

Длительность зеленого и красного сигналов изменяемая – от 3 до 15 с с шагом 1 с.

На тренажере отрабатываются навыки применения требований пунктов 17, 18, 20, 39 и 42 Правил, в соответствии с которыми:

– пешеход обязан: двигаться по тротуару; переходить (пересекать) проезжую часть дороги, убедившись, что выход на проезжую часть дороги безопасен, – по наземному пешеходному переходу;

– пешеходу запрещается: двигаться по краю проезжей части дороги при наличии тротуара, пешеходной или велосипедной дорожки,

обочины, по которым возможно движение пешеходов; задерживаться и останавливаться на проезжей части дороги, в том числе на линии горизонтальной дорожной разметки, разделяющей встречные и попутные потоки ТС, за исключением остановки на островках безопасности; выходить на проезжую часть дороги из-за стоящего ТС или иного объекта, ограничивающего обзорность дороги, не убедившись в отсутствии приближающихся ТС;

– при приближении ТС с включенными маячками синего или синего и красного цветов пешеходу запрещается переходить (пересекать) проезжую часть дороги, а пешеход, находящийся на проезжей части дороги, должен покинуть ее, соблюдая меры предосторожности;

– круглые сигналы светофора имеют следующие значения: зеленый сигнал разрешает движение; зеленый мигающий сигнал разрешает движение и информирует, что время его действия истекает и вскоре будет включен запрещающий сигнал; красный сигнал, в том числе мигающий (два мигающих красных сигнала), запрещает движение;

– при отсутствии на пешеходном переходе пешеходного светофора пешеходы должны руководствоваться сигналами транспортного светофора.

3) имитация регулируемого перекрестка, на котором обозначены пешеходные переходы, и движение на них регулируется пешеходными светофорами, расположенными на высоте 2,5 м. При работе пешеходного светофора должна соблюдаться следующая последовательность включения сигналов: красный – зе-



лennyй – зеленый мигающий – красный (п.п. 8.40 СТБ 1300). Продолжительность работы сигнала зеленый мигающий – 3 с. Продолжительность работы сигналов красный и зеленый от 3 до 15 с с возможностью варьирования их продолжительности с шагом 1 с. Режим работы светофорного объекта должен предусматривать перевод его работы в режим желтого мигания (п.п. 8.42 СТБ 1300), при этом пешеходные светофоры выключаются. Режим работы сигналов светофора должен предусматривать мигание их разрешающего сигнала в течение 3 с непосредственно перед его выключением (п.п. 8.38 СТБ 1300).

На тренажере отрабатываются навыки применения требований пунктов 17, 18, 20 и 42 Правил, в соответствии с которыми:

– пешеход обязан: двигаться по тротуару; переходить (пересекать) проезжую часть дороги, убедившись, что выход на проезжую часть дороги безопасен, – по наземному пешеходному переходу;

– пешеходу запрещается: двигаться по краю проезжей части дороги при наличии тротуара, пешеходной или велосипедной дорожки, обочины, по которым возможно движение пешеходов; задерживаться и останавливаться на проезжей части дороги, в том числе на линии горизонтальной дорожной разметки, разделяющей встречные и попутные потоки ТС, за исключением остановки на островках безопасности; выходить на проезжую часть дороги из-за стоящего ТС или иного объекта, ограничивающего обзорность дороги, не убедившись в отсутствии приближающихся ТС;

– при приближении ТС с включенными маячками синего или синего и красного цветов пешеходу запрещается переходить (пересекать) проезжую часть дороги, а пешеход, находящийся на проезжей части дороги, должен покинуть ее, соблюдая меры предосторожности;

– если сигнал светофора выполнен в виде зеленого или красного силуэта пешехода, то его действие распространяется только на пешеходов. Зеленый сигнал разрешает, а красный запрещает движение пешеходов. При этом:

а) мигающий зеленый сигнал пешеходного светофора запрещает выход пешеходов на проезжую часть дороги с тротуара или островка безопасности, но разрешает пешеходам, находящимся на проезжей части, продолжить движение в том же направлении до островка безопасности (при его наличии) или завершить переход проезжей части дороги (при отсутствии островка безопасности);

б) если красный сигнал пешеходного светофора застал пешехода на проезжей части дороги до островка безопасности, то пешеход должен продолжить движение в том же направлении до островка безопасности и остановиться на нем;

в) если красный сигнал пешеходного светофора застал пешехода на островке безопасности, то пешеход должен оставаться на нем до включения разрешающего сигнала светофора;

г) если красный сигнал пешеходного светофора застал пешехода на проезжей части дороги после островка безопасности, то пешеход должен завершить переход проезжей части дороги;

д) для информирования пешеходов о том, что в период разрешенного для них движения по пешеходному переходу через переход могут двигаться ТС, выполняющие на перекрестке правый и (или) левый поворот, разрешающий сигнал пешеходного светофора может быть дополнен по периметру кольцом желтого цвета;

е) для дополнительного информирования пешеходов о возможности пересечения проезжей части дороги световые сигналы светофоров могут быть дополнены звуковым сигналом;

ж) для информирования пешеходов о времени ожидания разрешающего сигнала и (или) о времени, оставшемся для безопасного завершения перехода проезжей части дороги, совместно с пешеходными светофорами могут применяться цифровые табло.

4) имитация нерегулируемого перекрестка, на котором пешеходные переходы не обозначены, представляет собой трехсторонний перекресток с имитацией направления движения ТС. Технические средства организации дорожного движения выключаются или зачехляются.

На тренажере отрабатываются навыки применения требований пунктов 17, 18 и 20 Правил, в соответствии с которыми:

– пешеход обязан: двигаться по тротуару; переходить (пересекать) проезжую часть дороги – на перекрестке по линии тротуаров или обочин);

– пешеходу запрещается: двигаться по краю проезжей части дороги при наличии тротуара, по которому возможно движение пешехо-

дов; задерживаться и останавливаться на проезжей части дороги, в том числе на линии горизонтальной дорожной разметки, разделяющей встречные и попутные потоки ТС, за исключением остановки на островках безопасности; выходить на проезжую часть дороги из-за стоящего ТС или иного объекта, ограничивающего обзорность дороги, не убедившись в отсутствии приближающихся ТС;

– при приближении ТС с включенными маячками синего или синего и красного цветов пешеходу запрещается переходить (пересекать) проезжую часть дороги, а пешеход, находящийся на проезжей части дороги, должен покинуть ее, соблюдая меры предосторожности.

В заключении необходимо отметить, что тренажер «Переход пешеходом проезжей части» позволяет в полном объеме дать практические навыки перехода проезжей части в соответствии с учебной программой факультативного занятия «Основы безопасности жизнедеятельности» раздела «Правила дорожного движения» для учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Луговский, С.Г. Административно-правовое обеспечение органами внутренних дел общественной безопасности в Республике Беларусь : автореф. дисс. ... канд. юрид. наук : 12.00.14 / С.Г. Луговский ; учрежд. образов. «Акад. М-ва внутр. дел Респ. Беларусь». – Минск, 2012. – 25 с.

2. Зиновенко, В.В. Административно-правовое обеспечение

безопасности дорожного движения в Республике Беларусь : автореф. дисс. ... канд. юрид. наук : 12.00.14 / В.В. Зиновенко ; учрежд. образ. «Акад. М-ва внутр. дел Респ. Беларусь». – Минск, 2016. – 24 с.

3. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Указ Президента Республики Беларусь, 9 нояб. 2010 г., № 575 // Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P31000575>. – Дата доступа : 06.10.2020.

4. Иванов, Ю.С. Перспективы повышения культуры безопасности жизнедеятельности обучающихся в республиканском Центре безопасности МЧС Республики Беларусь / Ю.С. Иванов, А.С. Лукьянов, С.М. Шумай, В.К. Емельянов, Е.И. Парчук // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2019. – № 2. – С. 5–10.

5. О центрах безопасности [Электронный ресурс] // Режим доступа : <https://mchs.gov.by/tsentr-bezopasnosti-mchs/o-tsentre/>. – Дата доступа : 06.10.2020.

6. О мерах по повышению безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 28 нояб. 2005 г., № 551 // Режим доступа : <https://etalonline.by/document/?regnum=P30500551>. – Дата доступа : 06.10.2020.

7. СТБ 1300–2014 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения» [Электронный ресурс] : введено в действие постановлением Госстандарта Респ. Беларусь, 7 окт. 2015 г., № 47 // Режим доступа :

<https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293741/4293741545.htm>. – Дата доступа : 06.10.2020.

## REFERENCES

1. Lugovskij, S.G. Administrativno-pravovoe obespechenie organami vnutrennih del obshchestvennoj bezopasnosti v Respublike Belarus' : avtoref. diss. ... kand. jurid. nauk : 12.00.14 / S. G. Lugovskij ; uchrezhd. obrazov. «Akad. M-va vnutr. del Resp. Belarus'». – Minsk, 2012. – 25 s.

2. Zinovenko, V.V. Administrativno-pravovoe obespechenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v Respublike Belarus' : avtoref. diss. ... kand. jurid. nauk : 12.00.14 / V.V. Zinovenko ; uchrezhd. obrazov. «Akad. M-va vnutr. del Resp. Belarus'». – Minsk, 2016. – 24 s.

3. Ob utverzhdenii Konceptcii nacional'noj bezopasnosti Respubliki Belarus' [Elektronnyj resurs] : Ukaz Prezidenta Respubliki Belarus', 9 noyab. 2010 g., № 575 // Rezhim dostupa : <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P31000575>. – Data dostupa : 06.10.2020.

4. Ivanov, YU.S. Perspektivy povysheniya kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti obuchayushchih-sya v respublikanskom Centre bezopasnosti MCHS Respubliki Belarus' / YU.S. Ivanov, A.S. Luk'yanov, S.M. Shumaj, V.K. Emel'yanov, E.I. Parchuk // Chrezvychajnye situacii: preduprezhdenie i likvidaciya. – 2019. – № 2. – S. 5–10.

5. O centrakh bezopasnosti [Elektronnyj resurs] // Rezhim dostupa : <https://mchs.gov.by/tsentr-bezopasnosti-mchs/o-tsentre/>. – Data dostupa : 06.10.2020.

6. О мерах по повышению безопасности дорожного движения [Elektronnyj resurs] : Ukaz Prezidenta Resp. Belarus', 28 noyab. 2005 g., № 551 // Rezhim dostupa : <https://etalonline.by/document/?regnum=P30500551>. – Data dostupa : 06.10.2020.

7. STB 1300–2014 «Tekhnicheskie sredstva organizacii dorozhno-go dvizheniya. Pravila primeneniya» [El-

ektronnyj resurs] : vvedeno v dejstvie postanovleniem Gosstan-darta Resp. Belarus', 7 okt. 2015 g., № 47 // Rezhim dostupa : <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293741/4293741545.htm>. – Data dostupa : 06.10.2020.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.61-70>

УДК 614.841.31:311.4::004.942::004.62

**д-р техн. наук, проф. Татур М.М., Проровский В.М.  
канд. техн. наук, доц. Иваницкий А.Г.\*, Ходин М.В.\*\***

**Сравнение точности алгоритмов автоматического машинного обучения при прогнозировании обстановки с пожарами на объектах жилого сектора**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск*

*\*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

*\*\*Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

Целью работы является исследование применения предсказательных моделей и мета-моделей, в том числе с использованием технологий машинного обучения, для прогнозирования обстановки с пожарами. Отдельно рассматривается сравнительный анализ их точности при прогнозировании обстановки с пожарами на объектах жилого сектора на долгосрочный период.

*Ключевые слова:* пожар, интеллектуальный анализ, системный анализ, временные ряды, машинное обучение, статистика пожаров, прогнозирование

**Grand Ph.D. (Tech.), Prof. M.M. Tatur, V.M. Prorovsky,  
Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof. A.G. Ivanitski\*, M.V. Hodin\*\***

**Comparison of the accuracy of automatic machine learning algorithms in forecasting the situation with fire in the residential sector**

*The Educational Establishment «Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics», Minsk*

*\*State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk*

*\*\*The institution “Scientific and Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations” of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk*

The aim of the work is to study the using of predictive models and meta-models, including using machine learning technologies, to predict the situation with fires. A comparative analysis of their accuracy in predicting the situation with fires at the objects of the residential sector for a long-term period is considered.

*Keywords:* fire, data mining, systems analysis, time series, machine learning, fire statistics, forecasting

## Введение

Большое количество различных разработанных прогнозных моделей и методов, которые постоянно совершенствуются, для исследователя создает сложность постоянного выбора. При этом точность прогноза зависит от множества факторов, таких как: предметная область и качество набора данных, конкретная реализация алгоритма модели, методика верификации результатов. Таким образом, существует необходимость автоматизации рутинной части вычислений, которая может быть реализована с помощью методов автоматического машинного анализа.

Основной алгоритм настоящего исследования соответствует этапам 4 и 5 методологии SEMMA (Sample, Explore, Modify, Model и Assess) [1], которая определяет этапы проведения интеллектуального анализа данных (Data Mining).

Стандарт SEMMA представляет унифицированный межотраслевой подход к итеративному процессу интеллектуального анализа данных. При его использовании исследователь располагает научными методами построения концепции проекта, его реализации и оценки результатов.

Предметной областью послужила обстановка с пожарами в населенных пунктах республики, выраженная в их суммарном количестве за сутки.

Пожаром, относящимся к категории техногенных чрезвычайных ситуаций, считается неконтролируемое горение вне специального очага, приводящее к ущербу. В данной работе не рассматриваются различные малозначительные заго-

рания, не отнесенные к пожарам (не нанесшие материального ущерба), и природные пожары.

В Республике Беларусь государственный статистический учет пожаров осуществляет Национальный статистический комитет. В рамках этого учета сведения о пожарах и их последствиях на объектах жилого сектора собирает и предоставляет Министерство по чрезвычайным ситуациям [2].

## Основная часть

Вопросы, касающиеся разведочного анализа и исследования аномалий с помощью модели на базе временных рядов, представлены в [3]. Кроме выявления скрытых закономерностей, эта модель используется для прогнозирования значений исследуемого показателя в будущем.

Вместе с тем методы прогнозирования, построенные на использовании различных модификаций модели авторегрессии и скользящего среднего, разработанной Боксом и Дженкинсом [4], требуют для использования привлечения специалистов высокого уровня. Настройка параметров таких моделей требует глубокого понимания математической составляющей этих подходов.

В настоящее время разработаны алгоритмы, позволяющие за счет применения методов машинного обучения оптимизировать участие исследователя при подборе моделей и их параметров. Очевидно, что на различных видах исходных данных модели будут давать различный результат, и что не существует идеальной модели для всех случаев.

Одним из вариантов примене-

ния методов машинного обучения является их автоматизация.

Автоматическое машинное обучение (AutoML) – это процесс автоматизации сквозного процесса применения машинного обучения при решении задач в различных предметных областях.

В классическом приложении машинного обучения исследователь должен применить подходящие методы предварительной обработки данных, конструирования признаков и выбора признаков. После этого он выбирает алгоритмы и оптимизирует гиперпараметры для снижения ошибки прогнозирования для конкретной модели. Так как многие из этих операций могут быть выполнены только экспертами, были предложены подходы, основанные на автоматизации сквозного процесса применения машинного обучения. Они дают возможность быстрого создания простых решений и моделей, которые по своим характеристикам превосходят модели, построенные вручную.

Для оценки работы различных моделей использован модуль AutoModel коммерческой платформы анализа данных RapidMiner, позволяющей создавать прогнозные модели машинного обучения для решения аналитических задач. RapidMiner объединяет весь жизненный цикл науки о данных, включая их подготовку, моделирование, визуализацию результатов, валидацию моделей, развертывание и оптимизацию.

При невозможности достичь требуемой точности или для ее улучшения в машинном обучении часто используют ансамбли методов.

При их использовании алгоритмы учатся одновременно и могут исправлять ошибки друг друга. Модель, построенную на основе ансамбля, часто называют «мета-моделью». Типичные методы объединения моделей в ансамбль представлены ниже.

Стекинг. Могут использоваться разнородные модели, которые образуют мета-модель, на вход которой подаются базовые модели, а выходом является итоговый прогноз.

Бэггинг. Используются однородные модели, которые параллельно обучаются независимо на различных исходных данных, а затем их результаты просто усредняются. Известным представителем данного метода является «случайный лес».

Бустинг. Однородные модели, которые обучаются последовательно, при этом последующая модель должна исправлять ошибки предыдущей. Один из наиболее популярных методов – градиентный бустинг.

Для оценки возможности применения прогнозных моделей использованы следующие методы:

1. Обобщенная линейная модель (Generalized Linear Model) представляет собой гибкое обобщение классической линейной регрессии, которое позволяет использовать переменные реакции, имеющие модели распределения ошибок, отличные от нормального распределения. Обобщает линейную регрессию, позволяя линейной модели быть связанной с переменной реакции через функцию [5].

Традиционная линейная модель часто неэффективна из-за того, что

в реальной жизни зависимости чаще всего не являются линейными. Поэтому разработаны более гибкие автоматические статистические методы, которые можно использовать для выявления и характеристики

эффектов нелинейной регрессии. Эти методы называются «обобщенными аддитивными моделями».

В настройке регрессии обобщенная аддитивная модель имеет следующий вид (1):

$$E(Y | X_1, X_2, \dots, X_p) = \alpha + f_1(X_1) + f_2(X_2) + \dots + f_p(X_p), \quad (1)$$

где  $Y$  – результат;  $X_1, X_2, \dots, X_p$  – предикторы;  $f_j$  – неопределенные гладкие («непараметрические») функции.

Если моделировать каждую функцию, используя расширение базисных функций, то полученная модель может быть подогнана методом наименьших квадратов. В данном случае каждая функция подбирается с помощью более сглаживающей диаграммы рассеяния (например, кубического сглаживающего сплайна или сглаживания ядра) и предоставляется алгоритм для одновременной оценки всех  $p$ -функций.

2. Деревья решений (Decision Tree) – это иерархическая древовидная структура, состоящая из правил принятия решений вида «если ..., то ...». Правила генерируются автоматически в процессе обучения на обучающем множестве.

Существенным преимуществом деревьев решений является то, что они легко интерпретируются и понятны людям. В связи с этим и сходством с моделью принятия решений человеком деревья решений получили широкое распространение.

Процесс построения деревьев решений состоит в последовательном, рекурсивном разбиении обучающего набора на подмножества с применением решающих правил в узлах. Процесс разбиения продолжается до тех пор, пока все узлы

в конце всех ветвей не будут объявлены листьями. Объявление узла как листа может произойти естественным образом (если он будет содержать единственный объект, или объекты только одного класса) или по достижении некоторого условия остановки, задаваемого пользователем (например, минимально допустимое число примеров в узле или максимальная глубина дерева) [6].

В настоящее время разработано значительное число алгоритмов обучения деревьев решений, но наибольшее распространение и популярность получили следующие:

ID3 (Iterative Dichotomizer 3) – алгоритм позволяет работать только с дискретной целевой переменной, поэтому деревья решений, построенные с помощью данного алгоритма, являются классифицирующими. Число потомков в узле дерева не ограничено. Не может работать с пропущенными данными.

C4.5 – усовершенствованная версия алгоритма ID3, в которую добавлена возможность работы с пропущенными значениями атрибутов.

CART – алгоритм обучения деревьев решений, позволяющий использовать как дискретную, так и непрерывную целевую перемен-



ную, то есть решать как задачи классификации, так и регрессии. Алгоритм строит деревья, которые в каждом узле имеют только два потомка.

Построение дерева решений состоит из нескольких этапов:

- Выбор признака, по которому будет производиться разбиение в данном узле (атрибута разбиения).

- Выбор критерия останковки обучения.

- Выбор метода отсечения ветвей (упрощения).

- Оценка точности построенного дерева.

3. Случайный лес (Random Forest) – алгоритм машинного обучения, заключающийся в использовании ансамбля решающих деревьев. Сочетает в себе две основные идеи: метод бэггинга Бреймана и метод случайных подпространств, предложенный Тин Кам Хо. Основная идея заключается в использовании большого ансамбля решающих деревьев, каждое из которых само по себе дает очень невысокое качество классификации, но за счет их большого количества результат получается хорошим.

Решающие деревья являются хорошим семейством базовых классификаторов для бэггинга, поскольку они достаточно сложны и могут достигать нулевой ошибки на любой выборке. Метод случайных подпространств позволяет снизить коррелированность между деревьями и избежать переобучения. Базовые алгоритмы обучаются на различных подмножествах признакового описания, которые также выделяются случайным образом [7].

Алгоритм построения случайного леса, состоящего из  $N$  деревьев, следующий:

Для каждого  $n = 1, \dots, N$ :

Методом бутстрапа создается выборка  $X_n$ .

По выборке  $X_n$  строится решающее дерево  $b_n$ :

- по заданному критерию выбирается лучший признак, делается разбиение в дереве по нему и так до исчерпания выборки;

- дерево строится, пока в каждом листе не более  $n_{\min}$  объектов или пока не достигается определенная глубина дерева;

- при каждом разбиении сначала выбирается  $m$  случайных признаков из  $n$  исходных, и оптимальное разделение выборки ищется только среди них.

Итоговый классификатор  $a(x) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N b_n(x)$  для задачи классификации выбирается решением голосованием по большинству, в задаче регрессии – средним.

Рекомендуется в задачах классификации брать  $m = \sqrt{n}$ , а в задачах регрессии –  $m = \frac{n}{3}$ , где  $n$  – число признаков. Также рекомендуется в задачах классификации строить каждое дерево до тех пор, пока в каждом листе не окажется по одному объекту, а в задачах регрессии – пока в каждом листе не окажется по пять объектов [7].

4. Градиентный бустинг (Gradient Boosted Trees) – техника машинного обучения для задач классификации и регрессии, которая строит модель предсказания в форме ансамбля слабых предсказывающих моделей, обычно деревьев решений.

Бустинг представляет собой жадный алгоритм<sup>1</sup> построения композиции алгоритмов. Основная идея заключается в том, чтобы, имея множество относительно слабых алгоритмов обучения, построить их хорошую линейную комбинацию. Сходство с бэггингом в том, что базовый алгоритм обучения фиксирован. Отличие состоит в том, что обучение базовых алгоритмов для композиции происходит итеративно, и каждый следующий алгоритм стремится компенсировать недостатки композиции всех предыдущих алгоритмов.

На примере бустинга стало ясно, что хорошим качеством могут обладать сколь угодно сложные композиции классификаторов, при условии, что они правильно настраиваются. Это развеяло существовавшие долгое время представления о том, что для повышения обобщающей способности необходимо ограничивать сложность алгоритмов.

Впоследствии этот феномен бустинга получил теоретическое обоснование. Оказалось, что взвешенное голосование не увеличивает эффективную сложность алгоритма, а лишь сглаживает ответы базовых алгоритмов. Эффективность бустинга объясняется тем, что по мере добавления базовых алгоритмов увеличиваются отступы обучающих объектов. Причем бустинг продолжает раздвигать классы даже после достижения безошибочной классификации обучающей выборки [8].

<sup>1</sup> Жадный алгоритм (Greedy algorithm) — алгоритм, заключающийся в принятии локально оптимальных решений на каждом этапе, допуская, что конечное решение также окажется оптимальным.

5. Теория опорных векторов была разработана В.Н. Вапником в 1990 году. Метод опорных векторов (Support Vector Machine) – семейство алгоритмов бинарной классификации, основанных на обучении с учителем, использующих линейное разделение пространства признаков с помощью гиперплоскости.

Основная идея метода заключается в отображение векторов пространства признаков, представляющих классифицируемые объекты, в пространство более высокой размерности. Это связано с тем, что в пространстве большей размерности линейная разделимость множества оказывается выше, чем в пространстве меньшей размерности. Причины этого интуитивно понятны: чем больше признаков используется для распознавания объектов, тем выше ожидаемое качество распознавания.

После перевода в пространство большей размерности в нем строится разделяющая гиперплоскость. При этом все векторы, расположенные с одной «стороны» гиперплоскости, относятся к одному классу, а расположенные с другой – ко второму. Также, по обе стороны основной разделяющей гиперплоскости, параллельно ей и на равном расстоянии от нее строятся две вспомогательные гиперплоскости, расстояние между которыми называют зазор.

Задача заключается в построении разделяющей гиперплоскости таким образом, чтобы максимизировать зазор – область пространства признаков между вспомогательными гиперплоскостями, в которой не должно быть векторов. Предполагается, что разделяющая гиперплос-

кость, построенная по данному правилу, обеспечит наиболее уверенное разделение классов и минимизирует среднюю ошибку распознавания.

Векторы, которые попадают на границы зазора (т.е. будут лежать на

вспомогательных гиперплоскостях), называют опорными векторами [9].

В качестве метрики оценки ошибки прогнозирования используем корень среднеквадратичной ошибки (2):

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (Z(t) - \hat{Z}(t))^2}, \quad (2)$$

где  $N$  – количество периодов;  $Z(t)$  – фактическое значение временного ряда;  $\hat{Z}(t)$  – прогнозное.

Для расчета RMSE исходный набор данных разделяется на две части: обучающую и тестовую. Обучающая используется для тренировки модели, а тестовая – для вычисления величины ошибки на основании прогноза. В рамках данного исследования набор данных разбит соответственно на 60 % и 40 %, что частично определяется спецификой

работы с модулем AutoModel.

Модуль AutoModel позволяет выполнить оценку точности прогноза для нескольких основных видов моделей, результаты оценки которых представлены в таблице 1.

Набор данных за период с 2011 по 2020 год извлечен из базы данных программного комплекса «Учет ЧС» [10] и представлен в виде временного ряда. Информация сгруппирована по суткам.

Таблица 1. – Оценка точности методов

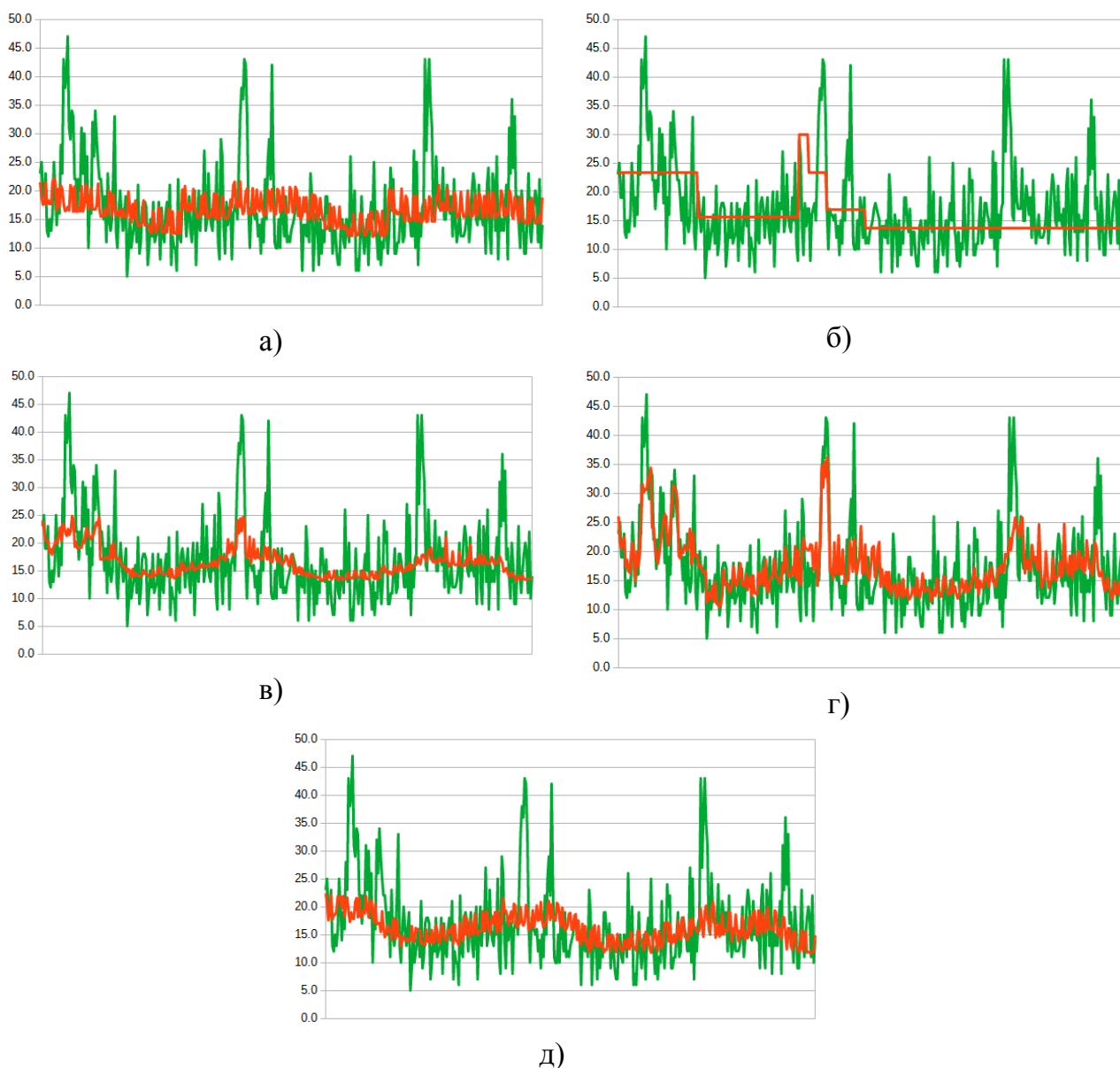
№ п/п	Модель, описание	RMSE
1	Обобщенная линейная модель (GLM)	6,1
2	Дерево решений (DT)	6,37
3	Случайный лес (RF)	5,79
4	<b>Градиентный бустинг (GBT)</b>	<b>5,26</b>
5	Метод опорных векторов (SVM)	5,96

Графическое представление исторических данных в сравнении с результатами прогнозирования представлено на рисунке.

На основании величины квадратного корня среднеквадратичной ошибки прогнозирования наилучшими методами для использованно-

го набора данных являются градиентный бустинг и случайный лес.

Анализ графического представления прогноза показал, что пиковые всплески были предсказаны наиболее точно также методом градиентного бустинга.



а) обобщенная линейная модель; б) деревья решений; в) случайный лес;  
 г) градиентный бустинг; д) метод опорных векторов  
 Рисунок. – Ежедневный прогноз на год (оранжевый) в сравнении  
 с реальными данными за 2020 год

### Заключение

1. В статье рассмотрен подход к выбору прогнозных моделей на базе алгоритмов машинного обучения для прогнозирования обстановки с пожарами в жилом секторе республики на основании исторического набора данных за 10 лет (2011–2020 годы).

2. Проведена оценка моделей и алгоритмов, входящих в модуль автоматического машинного обуче-

ния платформы анализа данных RapidMiner.

3. На основании величины ошибки прогнозирования определены наилучшими методами прогнозирования обстановки с пожарами в жилом секторе: градиентный бустинг и случайный лес.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Azevedo, A. KDD, SEMMA and CRISP-DM: A parallel overview [Electronic resource] /

A. Azevedo, M. Santos // IADIS Multi Conf. on Computer Science and Information Systems, Amsterdam, 22-27 July 2008 / Intern. Assoc. for Development of the Inform. Soc.; Associate Ed.: Luís Rodrigues and Patrícia Barbosa. – Amsterdam, 2008. – P. 182–185.

2. Об утверждении формы государственной статистической отчетности 1-ос (пожары) «Отчет о пожарах (кроме лесных) и последствиях от них» и указаний по ее заполнению : постановление Национ. статист. ком. Респ. Беларусь от 27 июня 2017 г. № 49 // Национ. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2021 – Режим доступа : [https://pravo.by/upload/docs/op/T21703807p\\_1501016400.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/T21703807p_1501016400.pdf). – Дата доступа : 20.04.2021.

3. Татур, М.М. Анализ временных рядов как элемент процесса интеллектуального анализа данных обстановки с техногенными пожарами / М.М. Татур, А.Г. Иващенко, В.М. Проровский // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2021. – № 21(49). – С. 56–68.

4. Бокс, Дж. Анализ временных рядов, прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс: Пер. с англ. // Под ред. В.Ф. Писаренко. – М.: Мир, 1974 кн. 1. – 406 с.

5. Dunn, Peter K. Generalized Linear Models With Examples in R. / Peter K. Dunn, Gordon K. Smyth // Springer, New York, NY. – 2018. – P. 562. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0118-7>.

6. Classification, Decision Trees and k Nearest Neighbors [Electronic resource]. – Mode of access: [https://medium.com/open-machine-](https://medium.com/open-machine-learning-course/open-machine-learning-course-topic-3-classification-decision-trees-and-k-nearest-neighbors-8613c6b6d2cd)

[learning-course/open-machine-learning-course-topic-3-classification-decision-trees-and-k-nearest-neighbors-8613c6b6d2cd](https://medium.com/open-machine-learning-course/open-machine-learning-course-topic-3-classification-decision-trees-and-k-nearest-neighbors-8613c6b6d2cd). – Date of access: 20.10.2021.

7. Bagging and Random Forest [Electronic resource]. – Mode of access: <https://medium.com/open-machine-learning-course/open-machine-learning-course-topic-5-ensembles-of-algorithms-and-random-forest-8e05246cbb7>. – Date of access: 20.10.2021.

8. Gradient Boosting Forest [Electronic resource]. – Mode of access: <https://medium.com/open-machine-learning-course/open-machine-learning-course-topic-10-gradient-boosting-c751538131ac>. – Date of access: 20.10.2021.

9. Cristianini, N. An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-based Learning Methods / N. Cristianini, J. Shawe-Taylor — Cambridge University Press. – 2000. – 189 P.

10. Разработать программный комплекс сбора и анализа информации о чрезвычайных ситуациях и их последствиях: отчет о НИР (заключ.) / В.М. Проровский [и др.]. Науч.-исслед. ин-т пожар. безопасности и проблем чрезвычайн. ситуаций МЧС Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – 54 с. – № ГР 20163551. – Деп. в БелИСА 04.07.2018, № Д201828.

## REFERENCES

1. Azevedo, A. KDD, SEMMA and CRISP-DM: A parallel overview [Electronic resource] / A. Azevedo, M. Santos // IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems, Amsterdam, 22-27 July 2008 / Intern. Assoc. for Develop-

ment if the Inform. Soc.; Associate Ed.:  
Luís Rodrigues and Patrícia Barbosa. –  
Amsterdam, 2008. –  
P. 182–185

2. Ob utverzhdenii formy gosudarstvennoj statisticheskoy otchetnosti 1-os (pozhar) «Otchet o pozharah (krome lesnyh) i posledstviyah ot nih» i ukazaniy po ee zapolneniyu. : postanovlenie Nacion. statist. kom. Resp. Belarus' ot 27 iyunya 2017 g. № 49 // Nacion. pravovoj Internet-portal Resp. Belarus' [Elektronnyj resurs]. – Minsk, 2021. – Rezhim dostupa: [https://pravo.by/upload/docs/op/T21703807p\\_1501016400.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/T21703807p_1501016400.pdf). – Data dostupa : 20.04.2021.

3. Tatur, M.M. Analiz vremennyh ryadov kak element procesa intellektual'nogo analiza dannyh obstanovki s tekhnogennymi pozharami / M.M. Tatur, A.G. Ivanickij, V.M. Prorovskij // Chrezvychajnye situacii: preduprezhdenie i likvidaciya. – 2021. – № 21(49). – S. 56–68.

4. Boks, Dzh. Analiz vremennyh ryadov, prognoz i upravlenie / Dzh. Boks, G. Dzhenkins: Per. s angl. // Pod red. V.F. Pisarenko. – M.: Mir, 1974 kn. 1. – 406 s.

5. Dunn, Peter K. Generalized Linear Models With Examples in R. / Peter K. Dunn, Gordon K. Smyth // Springer, New York, NY. – 2018. – P. 562. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0118-7>.

6. Classification, Decision Trees and k Nearest Neighbors [Electronic resource]. – Mode of access: [https://medium.com/open-machine-](https://medium.com/open-machine-learning-course/open-machine-learning-course-topic-3-classification-decision-trees-and-k-nearest-neighbors-8613c6b6d2cd)

[learning-course/open-machine-learning-course-topic-3-classification-decision-trees-and-k-nearest-neighbors-8613c6b6d2cd](https://medium.com/open-machine-learning-course/open-machine-learning-course-topic-3-classification-decision-trees-and-k-nearest-neighbors-8613c6b6d2cd). – Date of access: 20.10.2021.

7. Bagging and Random Forest [Electronic resource]. – Mode of access: <https://medium.com/open-machine-learning-course/open-machine-learning-course-topic-5-ensembles-of-algorithms-and-random-forest-8e05246cbba7>. – Date of access: 20.10.2021.

8. Gradient Boosting Forest [Electronic resource]. – Mode of access: <https://medium.com/open-machine-learning-course/open-machine-learning-course-topic-10-gradient-boosting-c751538131ac>. – Date of access: 20.10.2021.

9. Cristianini, N. An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-based Learning Methods / N. Cristianini, J. Shawe-Taylor – Cambridge University Press. – 2000. – 189 P.

10. Razrabotat' programmnyj kompleks sbora i analiza informacii o chrezvychajnyh situacijah i ih posledstviyah: otchet o NIR (zaklyuch.) / V.M. Prorovskij [i dr.]. Nauch.-issled. in-t pozhar. bezopasnosti i problem chrezvychajn. situacij MCHS Resp. Belarus'. – Minsk, 2017. – 54 s. – № GR 20163551. – Dep. v BelISA 04.07.2018, № D201828.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.71-76>

УДК 314.48

УДК 614.841.2

**Ходин М.В., Мельникова О.Е., Крюков А.И.**

## **Обстановка с чрезвычайными ситуациями в Республике Беларусь в I полугодии 2021 года**

*Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск*

Проведен анализ статистических данных о чрезвычайных ситуациях, в том числе пожарах в городах и сельских населенных пунктах Республики Беларусь, произошедших в I полугодии 2021 года, в сравнении с данными за аналогичный период 2020 года.

*Ключевые слова:* чрезвычайная ситуация, пожар, гибель, травмирование, ущерб

**M.V. Hodin, O.E. Melnikova, A.I. Kryukov**

## **Analysis of the emergency situations in the Republic of Belarus in the 1st half of 2021**

*The institution “Scientific and Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations” of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk*

The analysis of statistical data on emergency situations (including fires) in the Republic of Belarus in the 1st half of 2021 in comparison with the data for the same period in 2020 is carried out.

*Keywords:* emergency situation, fire, death, injury, damage

### **Введение**

Обзорный материал подготовлен на основе сведений ведомственного учета чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) и их последствий (включая техногенные пожары по состоянию на 05.07.2021 [1]) и содержит основные показатели обстановки за I полугодие 2021 года в сравнении с аналогичным периодом 2020 года.

### **Общие данные**

В I полугодии 2021 года в городах и сельских населенных пунктах республики произошло 3299 чрезвычайных ситуаций, что на 6,6 % больше по сравнению с 2020 годом (3096), количество погибших на них людей увеличилось на 9,7 % (2020 г. – 341, 2021 г. – 374).

В результате ЧС травмировано 203 человека, из них 13 детей; прямой материальный ущерб составил 19 282,5 тыс. руб.;

уничтожено 586 строений, 168 единиц техники, 78 тонн грубых кормов, погибло 35 голов скота, 557 голов птиц.

Снижение числа ЧС отмечено в Гродненской области на 3 % (2020 г. – 395, 2021 г. – 383).

Рост числа ЧС отмечен в Брестской области на 11 % (462/513), Витебской – на 10,4 % (462/510), Гомельской – на 8,2 % (462/500), Минской – на 7,4 % (760/816), Могилевской – на 5,3 % (400/421) и г. Минске – на 2 % (153/156) (рисунок 1).

**ЧС республиканского уровня:  
2020 г. – 2; 2021 г. – 0**

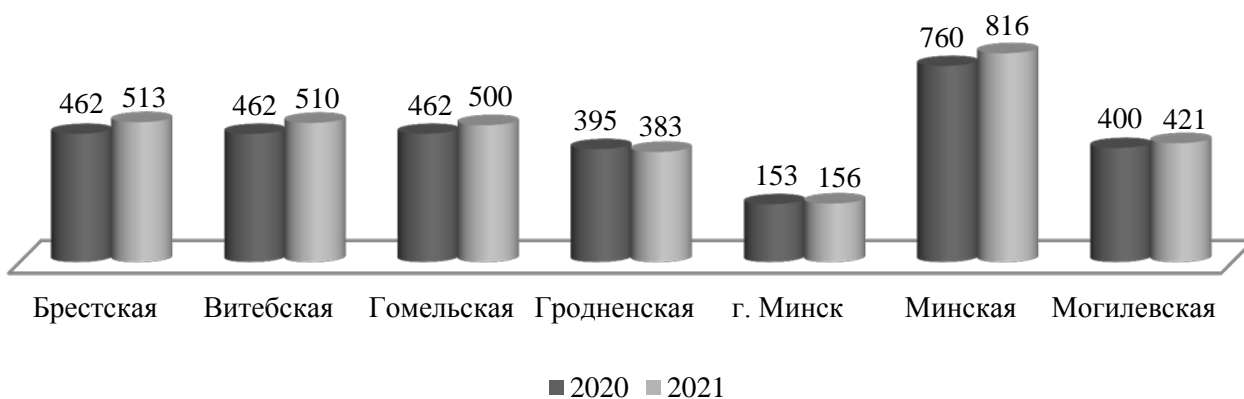


Рисунок 1. – Количество чрезвычайных ситуаций по областям

**Показатели по классам  
чрезвычайных ситуаций**

В I полугодии 2021 года произошло 3299 ЧС техногенного характера, что на 6,8 % больше по сравнению с 2020 годом (3089), в результате которых погибло 374 человека (9,7 %, 2020 г. – 341), травмировано 203 человека (-12,1 %, 2020 г. – 231), в том числе произо-

шло 10 ЧС техногенного характера (без учета пожаров в населенных пунктах) – погибших не было; травмировано 2 человека.

В I полугодии 2021 года ЧС природного характера не зарегистрировано (2020 г. – 7).

Распределение ЧС по территории возникновения (прохождения) и группам приведены в таблице.



Таблица – Распределение ЧС

Группы ЧС	Год	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	г. Минск	Минская	Могилевская	Республиканского уровня
<b>ПРИРОДНЫЕ</b>	<b>2020</b>	<b>3</b>	<b>1</b>				<b>1</b>		<b>2</b>
	<b>2021</b>								
метеорологические	2020	2	1				1		2
	2021								
пожары в природных экосистемах	2020	1							
	2021								
<b>ТЕХНОГЕННЫЕ (без пожаров)</b>	<b>2020</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>2</b>			
	<b>2021</b>			<b>1</b>		<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	
взрывы	2020	1			1	1			
	2021							1	
наличие в окружающей среде вредных веществ выше ПДК	2020								
	2021			1			1		
внезапное разрушение сооружений	2020								
	2021						2	1	
аварии на системах жизнеобеспечения	2020					1			
	2021					2	2		
<b>Пожары в городах и сельских населенных пунктах</b>	<b>2020</b>	<b>458</b>	<b>461</b>	<b>462</b>	<b>394</b>	<b>151</b>	<b>759</b>	<b>400</b>	
	<b>2021</b>	<b>513</b>	<b>510</b>	<b>499</b>	<b>383</b>	<b>154</b>	<b>811</b>	<b>419</b>	
<b>ВСЕГО ЧС</b>	<b>2020</b>	<b>462</b>	<b>462</b>	<b>462</b>	<b>395</b>	<b>153</b>	<b>760</b>	<b>400</b>	<b>2</b>
	<b>2021</b>	<b>513</b>	<b>510</b>	<b>500</b>	<b>383</b>	<b>156</b>	<b>816</b>	<b>421</b>	

### Показатели по пожарам в городах и сельских населенных пунктах

По данным ведомственного учета пожаров [2], обстановка с пожарами в I полугодии 2021 года в Республике Беларусь характеризовалась следующими показателями:

– зарегистрировано 3289 пожаров (6,6 %; 2020 г. – 3085);

– погибло 374 человека (9,7 %; 341), в том числе 4 детей (за аналогичный период 2020 года гибели детей не зарегистрировано);

– получил травмы 201 человек (-8,2 %; 219);

– прямой материальный ущерб составил 19 279,7 тыс. руб. (3,3 %; 18 671,9).

Снижение количества пожаров отмечено в Гродненской области – на 2,8 % (2020 г. – 394, 2021 г. – 383). Рост количества пожаров отмечен в Брестской области на 12 % (458/513), Витебской – на 10,6 % (461/510), Гомельской – на 8 % (462/499), Минской – на 6,9 %

(759/811), Могилевской – на 4,8 % (400/419) и г. Минске – на 2 % (151/154).

Снижение числа погибших зарегистрировано в г. Минске – на 34,8 % (2020 г. – 23, 2021 г. – 15) и Минской области – на 14,9 % (94/80)

Рост числа погибших зарегистрирован в Могилевской области на 42,9 % (42/60), Гомельской – на 40,8 % (49/69), Гродненской – на 29,4 % (34/44), Брестской – на 11,6 % (43/48), Витебской – на 3,6 % (56/58).

Относительные показатели, характеризующие обстановку с пожарами, следующие (рисунок 2):

– количество пожаров в расчете на 10 тыс. населения – 3,5 (2020 г. – 3,3);

– число погибших людей в расчете на 100 тыс. населения – 4,0 (3,6).

Наибольшее количество пожаров по местам возникновения приходится на жилой фонд 2660 – 80,9 % (2020 г. – 2545) (рисунок 3).

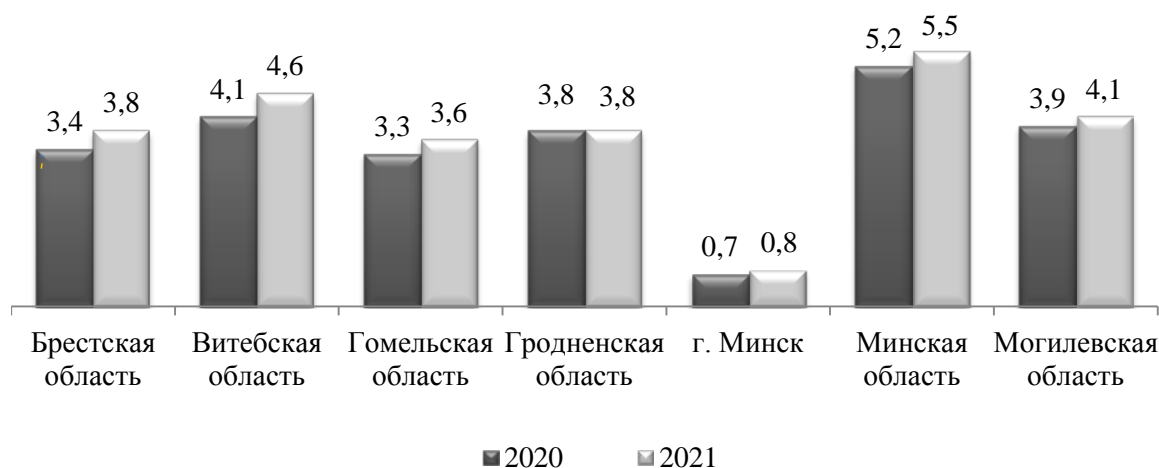


Рисунок 2. – Количество пожаров по регионам на 10 тыс. населения

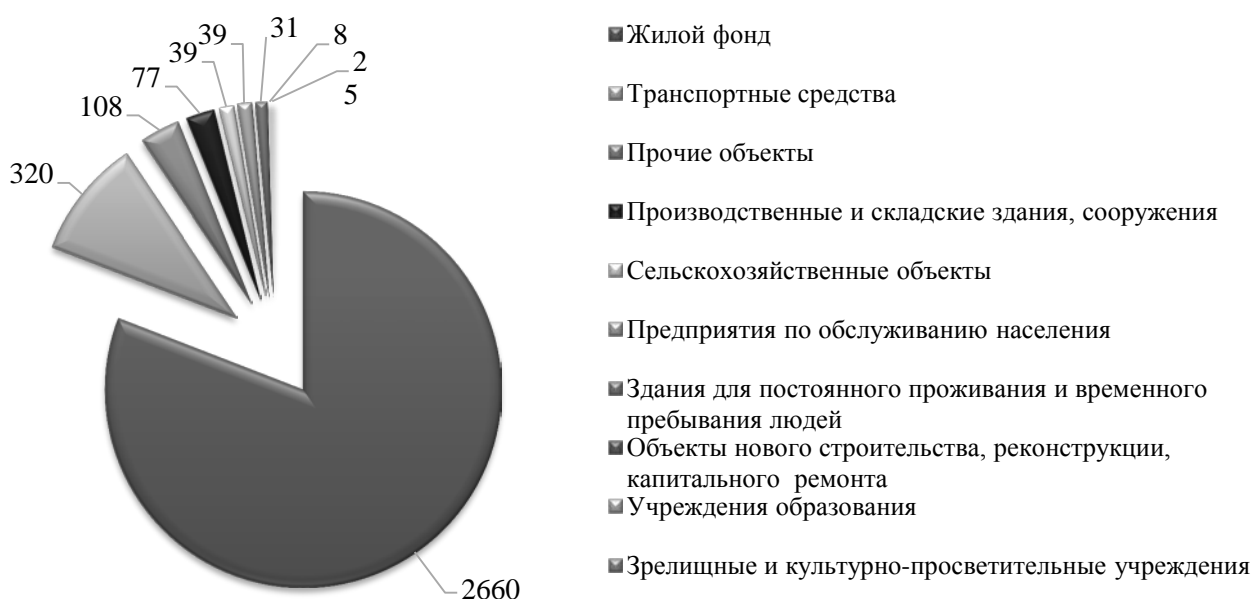


Рисунок 3. – Распределение количества пожаров по основным местам возникновения

Основным местом возникновения пожаров с гибелью людей остается жилой сектор. В I полугодии 2021 года произошло 324 пожара с гибелью людей (96,1 % от всех пожаров с гибелью людей), от которых погиб 361 человек (96,5 % от всех погибших). В сравнении с 2020 годом число погибших в жилом секторе увеличилось на 8,1 % (334).

Причиной 36,9 % пожаров в I полугодии 2021 года было неосторожное обращение с огнем, при которых погибло 73,8 % от общего числа погибших при всех пожарах (рисунок 4).

Снизилось количество пожаров по причинам «Неосторожное обращение с огнем» (2020 г. – 1339, 2021 г. – 1213), «Проявление сил природы» (71/33), «Шалость детей с огнем» (41/29), «Конструктивный недостаток изделия, устройства»

(9/7), «Нарушения технологического регламента (процесса)» (8/7).

Увеличилось количество пожаров по причинам «Нарушение правил устройства и эксплуатации печей» (2020 г. – 691, 2021 г. – 759), «Нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования» (636/781), «Поджог» (93/114), «Нарушение противопожарных требований при проведении огневых работ» (40/51), «Нарушение правил эксплуатации газовых устройств и агрегатов» (25/35).

В I полугодии 2021 года зарегистрировано 337 пожаров с гибелью людей (10,3 % от общего числа пожаров). По сравнению с 2020 годом количество таких пожаров увеличилось на 10,5 % (2020 г. – 305), погибло 374 человека, что на 9,7 % больше показателя прошлого года (341). Количество погибших детей в 2021 году – 4 (2020 г. – 0).



Рисунок 4. – Распределение количества пожаров в зависимости от причин возникновения

Из 374 погибших – 213 (57,0 %) погибло на пожарах, источником зажигания которых явилась непотушенная сигарета, 214 погибших (57,2 %) находились в состоянии алкогольного опьянения.

По вине лиц, находящихся в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, произошло 384 пожара, 160 из которых с гибелью людей. 173 человека погибло от пожаров, возникших по вине лиц,

находящихся в состоянии алкогольного опьянения.

**Обстановка с пожарами в городах.** Зарегистрировано 1316 пожаров (13,4 %, в 2020 г. – 1161). Погибло 125 человек (12,6 %, 111). Среди погибших детей нет (2020 г. – нет).

На пожары в городах пришлось 40 % от общего числа пожаров, 33,4 % от числа погибших.

**Обстановка с пожарами в сельской местности.** Зарегистри-

ровано 1973 пожара (2,6 %, в 2020 г. – 1924). Погибло 249 человек (8,3 %, 230), в том числе 4 детей (2020 г. – нет).

Доля пожаров и погибших при пожарах в сельской местности составила соответственно 60 % и 66,6 %.

Относительные показатели обстановки с пожарами в городах и сельской местности в I полугодии 2021 года приведены на рисунке 5.

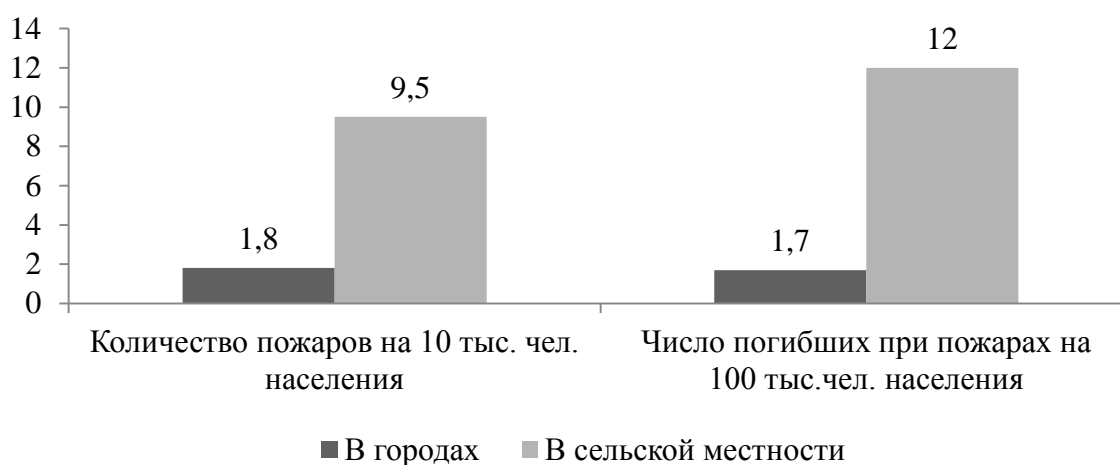


Рисунок 5. – Относительные показатели обстановки с пожарами в городах и сельской местности

## ЛИТЕРАТУРА

1. База данных ПК «Учет ЧС» [электронный ресурс] / Систем треб. PostgreSQL 9.6 (дата обращения: 05.07.2021).

2. Об учете пожаров и последствий от них в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь: приказ М-ва по чрезвычайн. ситуациям Респ. Беларусь, 19 сент. 2019 г., № 282. – Минск: МЧС Респ. Беларусь, 2019. – 70 с.

greSQL 9.6 (data obrashcheniya: 05.07.2021).

2. Ob uchete pozharov i posledstvij ot nih v organah i podrazdeleniyah po chrezvychajnym situacijam Respubliki Belarus': prikaz M-va po chrezvychajn. Situacijam Resp. Belarus', 19 sent. 2019 g., № 282. – Minsk: MCHS Resp. Belarus', 2019. – 70 s.

## REFERENCES

1. Baza dannyh PK «Uchet CHS» [elektronnyj resurs] / Sistem treb. Post-UDK 551.58:614.8 (476)

**Чешко Т.Н.**

## **Влияние климатических изменений на частоту возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера в Республике Беларусь**

*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

Осуществлен обзор специальной литературы, позволяющий выявить влияние климатических изменений на частоту возникновения неблагоприятных природных явлений. На основе сведений ведомственного учета чрезвычайных ситуаций и их последствий проведен анализ чрезвычайных ситуаций природного характера по территории возникновения и группам (геологические, метеорологические, пожары в природных экосистемах, отравления, эпизоотии). На основании анализа можно предположить, что изменение климата выступает причиной ряда негативных последствий, в том числе для Республики Беларусь – увеличение числа природных катастроф, что, в свою очередь, приводит к увеличению уровня наносимого ими ущерба. Природные рискованные события выступают важной проблемой в лесном хозяйстве, причем вероятность наступления последних возрастает, в связи с чем актуально совершенствование системы управления рисками чрезвычайных ситуаций природного характера.

*Ключевые слова:* изменение климата, чрезвычайные ситуации в природных экосистемах, ущерб, управление риском

**T.N. Cheshko**

## **Impact of climate change on the frequency of natural emergencies in the Republic of Belarus**

*The state educational establishment «University of civil protection of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus», Minsk*

A review of special literature, which makes it possible to identify the influence of climatic changes on the frequency of occurrence of adverse natural phenomena, was carried out. Based on the information of departmental accounting to emergencies and their consequences, an analysis of natural emergencies by the territory groups (geological, meteorological, fires in natural ecosystems, poisoning, epizootics) was carried out. Based on the analysis it is possible to assume that climate change is the cause of a number of negative consequences, which leads to an increase in the level of damage.

*Keywords:* climate change, emergency situations in natural ecosystems, damage

### **Введение**

Исследованию особенностей изменения климата, причин их воз-

никновения, а также последствий посвящены работы Логинова В.Ф., Будыко М.И., Израэля Ю.А., По-

кровского О.М., Раньковой Э.Я. Интенсивность и частота возникновения опасных климатических и метеорологических явлений проанализированы в работах Логинова В.Ф., Ледницкого А., Бровка Ю.А., Комаровской Е.В., Усени В.В., Климчука Г.Я. и других авторов.

Изменение климата в Республике Беларусь приводит к увеличению числа неблагоприятных природных явлений, которые наносят ущерб экономике страны и благосостоянию населения.

Неблагоприятные природные явления, вероятность наступления которых постоянно возрастает, выступают одной из важнейших проблем в лесном хозяйстве. Торфяные и лесные пожары приводят к развитию нежелательных сукцессий, что сопровождается снижением биоразнообразия, антропогенная деятельность приводит к деградации лесных систем.

### **Обзор специальной литературы**

Согласно долгосрочным оценкам изменения климата по результатам модели общей циркуляции атмосферы HadCM2[3], на территории Республики Беларусь прогнозируется повышение среднегодовой температуры (0,6 °С–1,9 °С) в период по 2039 год. Кроме этого прогнозируется незначительный рост среднегодового количества осадков. Повышение среднегодовой температуры, равно, как и количества осадков, увеличивает вероятность возникновения поздних весенних заморозков, что, в свою очередь, может повлечь повреждение цветов и завязей плодов, а засуха влечет ослабление

насаждений перед лесными вредителями [3].

Логинов В.Ф. при изучении сезонных изменений температуры воздуха и особенностей формирования засух отмечает, что за последнее десятилетие наблюдается летне-осеннее потепление, пришедшее на смену интенсивному зимне-весеннему потеплению, начавшемуся в конце 80-х годов прошлого столетия; число засух увеличилось по всей территории Беларуси, причем существенный рост наблюдается по Витебской области, в том числе вследствие незначительного увлажнения территории в предшествующие месяцам засухи периоды [12].

Изменения климата в ближайшем будущем продолжат наблюдаться тенденции, однако по числу и интенсивности будут их превосходить. Прогнозируется [14], что средняя температура воздуха будет повышаться, что повлечет рост числа дней с экстремально высокими суточными температурами, а также повышение продолжительности волн тепла. Рост количества осадков ожидается в зимние месяцы, в летние месяцы возможен рост в средней полосе. Таким образом, сохраняются тенденции повышения повторяемости опасных явлений.

Согласно исследованиям ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» [13], за последние 10 лет средняя годовая температура в целом по Республике Беларусь повышается (температурная динамика представлена в таблице 1). С 2010 года отмечена непрерывная череда теплых лет со среднегодовой

температурой выше климатической нормы. Наблюдается постоянное и значительное повышение минимальной средней месячной температуры воздуха, максимальная же средняя месячная температура изменяется незначительно. Текущее потепление наиболее выражено в холодное вре-

мя года (октябрь-март). Наибольшие положительные аномалии характерны для Брестской области, наиболее холодные зимы – для Могилевской области. Значительно меньшими положительными отклонениями отличается средняя температура летних месяцев: от +0,1 °С до +1,1 °С [13].

Таблица 1. – Временные ряды данных по показателю температура воздуха за период 2010–2020 гг.

	Едини	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Страна в целом</b>												
Средняя многолетняя температура воздуха за период 1961 - 1990 гг.	°С	5,9										
Среднегодовая температура	°С	6,9	7,5	6,8	7,5	7,8	8,5	7,7	7,6	7,9	8,8	9,1
Отклонение средней годовой температуры от средней многолетней температуры воздуха	°С	-11,7	-11,1	-11,8	-11,1	-10,8	-10,1	-10,9	-11,0	-10,7	-9,8	-9,5
Максимальная средняя месячная температура воздуха	°С	22,6	20,2	20,6	19,1	20,6	20,2	19,4	18,7	19,5	21,0	19,6
Минимальная средняя месячная температура воздуха	°С	-11,5	-8,0	-10,9	-7,1	-7,0	-1,1	-7,3	-5,6	-6,1	-5,0	-0,8

Изменение количества осадков отличается пространственно-временной изменчивостью по сравнению с температурой. Так, среднегодовые суммы осадков за период текущего потепления изменились незначительно относительно климатической нормы (632 мм при годовой климатической норме 656 мм). Средние суммы осадков теплого и холодного периодов явились близкими к норме [2]. Однако, согласно различным сценариям, ожидается рост количества осадков. Наиболее существенный рост прогнозируется на зимние месяцы, в меньшей степени – на осенние. Количество летних осадков наоборот прогнозируемо уменьшится [14].

Климатические изменения вызывают и обостряют протекание неблагоприятных природных явлений, обуславливающие в свою очередь различного рода чрезвычайные ситуаций. Ряд авторов вводит понятие «капризного климата», который характеризует усиление неустойчивости погоды и роста опасных гидрометеорологических явлений, таких как заморозки, засухи, бесснежные зимы, наводнения.

На территории Беларуси ежегодно регистрируется до 30 опасных гидрометеорологических явлений. Анализ общего количества опасных метеорологических явлений показал, что существенного увеличения не

происходит, однако возрастает их интенсивность.

За последние годы увеличилось число гололедных явлений, ливневых дождей, а также дней со шквалами и инеем, однако уменьшилось число дней с изморозью, метелями и туманами.

Для изучения вопроса распространения чрезвычайных ситуаций природного характера использованы сведения ведомственного учета чрезвычайных ситуаций и их последствий (по состоянию на

01.06.2021 [7]). В таблице 2 отражено распределение чрезвычайных ситуаций природного характера по группам возникновения за 2010-2020 год. Распределение чрезвычайных ситуаций природного характера, представленное в таблице, основано на действующей Инструкции о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 19.02.2002 № 17 [1].

Таблица 2. – Распределение чрезвычайных ситуаций природного характера по группам возникновения

Группа ЧС природного характера	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Метеорологические	5	9	6	4	1	1	6	3	3	8	9
Гидрологические	1	1	–	–	–	1	1	–	–	–	–
Инфекционные заболевания людей и эпидемии	2	4	2	–	1	–	1	–	–	–	–
Отравления и токсичные поражения людей	–	–	2	1	–	–	–	–	–	–	1
Эпизоотии	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	3
Массовые отравления сельскохозяйственных животных	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Пожары в природных экосистемах	–	–	–	–	–	7	–	–	1	3	1
Поражения с/х растений и лесных массивов болезнями и вредителями	–	–	–	–	–	–	–	2	1	–	–
Геологические	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<b>ВСЕГО</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>15</b>

За 2020 год зарегистрировано 15 чрезвычайных ситуаций природного характера, то есть наблюдается динамика увеличения количества на 34,6 % в сравнении с 2019 годом. В результате указанных чрезвычайных ситуаций травмировано 18 человек [7]. За десятилетний период тенденции к снижению количества чрезвычайных ситуаций не отмечено. Анализируя распределение чрез-

вычайных ситуаций природного характера по группам возникновения, следует отметить, что наибольшую долю занимают метеорологические чрезвычайные ситуации, постоянно отмечаются случаи инфекционных заболеваний людей и эпидемии, а также пожары в природных экосистемах.

Наблюдается постоянство числа пожаров уровня чрезвычайной ситу-



ации в природных экосистемах в период с 2018 по 2020 год. В 2018 году в Беларуси зарегистрирован один случай лесного пожара: Барановичский район (ГЛХУ «Барановичский лесхоз»). Значительный рост лесных пожаров в количестве трех отмечен в 2019 году: трансграничный пожар в Столинском районе (ГЛХУ «Малоритский лесхоз», ГЛХУ «Полесский лесхоз»); лесной пожар республиканского уровня в Наровлянском районе; лесной пожар республиканского уровня в Гродненском районе. За 2020 год зарегистрирован один пожар в природных экосистемах: торфяной пожар в Ляховичском районе [2].

Изменение климата отражается на состоянии лесной растительности, приводит к изменениям в составе и структуре древесных насаждений. Климат влияет на производи-

тельность лесов, гидрологический режим, динамику нежелательных сукцессий, устойчивость к разрушающим факторам [13]. Исследованиями М.Ю. Бобрика подтверждено, что рост температур в теплый период года увеличивает продолжительность пожароопасного периода (на 30–40 %, что соответствует 50–60 дн.), что напрямую влияет на интенсивность и риск возникновения чрезвычайных ситуаций, особенно на торфяниках.

В контексте исследуемого вопроса особое внимание к себе привлекает динамика погибших насаждений в лесном фонде. Влияние неблагоприятных погодных явлений на состояние лесного фонда Республики Беларусь за период времени 2013–2019 гг. представлены в таблице 3 [4].

Таблица 3. – Гибель лесных насаждений в результате различных неблагоприятных природных явлений за период времени 2013–2019 гг. (по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь), га

Причина гибели	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ср.год. структура, %
Вредные насекомые	2	24	8	–	4	6	33	5	0,04
Дикие животные	–	2	–	5	1	–	7	26	0,009
Болезни леса	541	697	985	1554	2336	5122	3179	2622	8,5
Антропогенные факторы	–	1	–	–	9	–	–	–	0,006
Неблагоприятные погодные условия	7145	7455	6446	24540	32769	44060	28336	20220	84,9
Излишняя влажность	454	310	253	150	69	62	90	138	0,8
Лесные пожары	79	105	5968	957	179	716	2114	1454	5,7
Всего	8222	8594	13660	27206	35367	49966	33759	24465	100

Статистические данные показывают, что за период 2013–2019 гг. наибольшее неблагоприятное воздействие на лесные насаждения ока-

зывают погодные условия (84,9%), лесные пожары (5,7%), а также возрастающие в последнее время болезни леса (8,5%) [4]. Анализируя

динамику гибели лесных насаждений на примере лесных пожаров, как второй по значимости причины негативного воздействия на лесные экосистемы, следует отметить наличие цикличности. Так, например, за последнее десятилетие «пики» лесных пожаров по показателю площади пришлись на 2015, 2019 и 2020 гг. Кроме того, на природные экосистемы неблагоприятное воздействие оказывают ураганные ветры, пожары, усыхания, снегопады, повреждения вредителями.

Гибель лесных насаждений обуславливается также действием стволовых вредителей (короед, короед-стенограф). Отмечено, что в 2017-2018 гг. количество лесных насаждений, поврежденное стволовыми вредителями, превышает среднее значение в десятки раз.

В таблице 4 представлены данные о наличии очагов вредителей и болезней лесов по республике за период 2013–2019 гг.

Таблица 4. – Наличие очагов вредителей и болезней леса (по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь), га

Вредители и болезни леса	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Хвоегрызущие вредители	575	335	691	975	35855	5228	9937	1167
Листогрызущие вредители	11007	8526	2668	1377	867	309	365	306
Прочие вредители	1883	2511	2383	4060	9975	7152	5314	5261
Болезни леса	180416	180533	171011	172526	159777	139959	140624	144004
– корневая губка	137317	138503	130984	132957	123599	103481	106789	111027
Всего поражено, га	193881	191905	176753	178938	206474	152648	156240	150738

В последние годы наблюдается возрастающее воздействие на лесной сектор не только неблагоприятных погодных условий, но и иных возможных негативных факторов – пожаров, усыханий, снеголомов.

Лесные пожары представляют собой неуправляемое горение растительности, которое распространяется по территории леса. Согласно Инструкции о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [1] различают лесные, торфяные пожары, а также подземные пожары природных ископаемых. В зависимости от состава леса и характера возгорания различают низовые, подземные и верховые.

Усеня В.В. отмечает, что количество лесных пожаров изменяется в зависимости от ряда факторов, таких как месторасположение, время суток, метеорологические условия, но в первую очередь – степень антропогенной нагрузки [8].

Исследованиями Климчука Г.Я. установлено, что высокой горимостью отличаются сильно поврежденные насаждения, осушенные территории, а также молодняки первого класса возраста. Количество и качество горючих материалов, условия погоды, степень посещаемости и наличие источников огня определяют вероятность возникновения и распространения пожаров. Так, например, наступление пожарных максимумов лесов наблюдается при

продолжительных бездождевых периодах, когда быстро достигается пожарная зрелость [9].

Опасность лесных пожаров для людей связана с наличием опасных факторов пожара, таких как пламя и искры, дым, повышенная температура окружающей среды, пониженная концентрация кислорода в воздухе, а также токсичные продукты горения. Дворник А.А., Дворник А.М. наряду с указанными пожароопасными факторами выделяют радиационный фактор [11]. Так, высокую опасность для человека может представлять горение растительных материалов в зонах радиоактивного загрязнения, кроме того, существует риск вторичного загрязнения прилегающих территорий.

Усеня В.В., Гордей Н.В. в своих исследованиях отмечают, что при-

родный, возрастной, структурный состав, а также антропогенное воздействие характеризуют лес Республики Беларусь как потенциально пожароопасный объект, причем 63,3 % их площади отнесено к наиболее высоким классам природной пожарной опасности [8].

Начиная с 2017 года определена новая классификация причин возникновения пожаров вследствие унификации причин возникновения лесных пожаров с европейскими странами. Используя данные Национального статистического комитета Республики Беларусь, осуществим анализ лесных пожаров исходя из причин их возникновения. Анализ по приведенным в таблице 5 показателям можно осуществить только за период 2017–2020 год [5].

Таблица 5. – Количество лесных пожаров в разрезе причин возникновения

Причина возникновения	2017	2018	2019	2020	Среднегодовая структура, %
Естественные источники возгорания, вызванные природными факторами:	5	8	42	25	3,3
– грозовые разряды;	5	5	25	11	1,9
– самовозгорание торфа;			3		0,1
– другие		3	14	14	1,3
Антропогенный фактор:	145	484	684	1002	96,7
– неумышленный поджог;	23	113	107	172	17,2
– умышленный поджог;		2	6	3	0,5
– неустановленные причины	125	369	571	827	78,4
Трансграничный пожар		2	7	6	0,6
Всего по причинам	153	494	732	1033	100

Причинами возникновения лесных пожаров являются антропогенный фактор, природный фактор и трансграничный пожар. Табличные данные свидетельствуют о том, что основная масса лесных пожаров происходит в результате воздействия антропогенных факторов (поджог) (96,7 %), при этом есте-

ственные причины (3,3 %) и трансграничный пожар (0,6%) также имеют место, однако в значительно меньшем количестве. Так, например, причиной пожаров 2018–2020 гг. в лесном фонде по Брестской области явились транспограничные пожары с территории Украины (в количестве 15).

Данные о потерях от лесных пожаров, в том числе ущерба на ликвидацию пожаров и их последствий, представлены в таблице 6 [4].

Таблица 6. – Характеристика воздействия лесных пожаров в Республике Беларусь (по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь)

Показатель	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<i>Количество лесных пожаров, единиц</i>								
	272	687	1219	319	153	494	733	1033
<i>Площадь лесных земель, пройденная пожарами, га</i>								
	72	345	13 877	187	100	1253	7352	6703
<i>Повреждено древесины на корню, м<sup>3</sup></i>								
	1572	13735	398 496	4052	3201	11 248	49 102	
<i>Ущерб, нанесенный лесными пожарами, \$</i>								
	14 106,0	75 605,1	239 778,0	21 388,1	893 494,1	50 038,9	163 691,0	133 405,5
– повреждено на корню	6491,9	65 735,4	206 683,3	6 153,2	69 826,0	40 872,1	61 860,0	109 785,1
– уничтожено и повреждено заготовленной лесной продукции	3636,0	693,8	6799,7	267,3	Не значит	4835,8	32 614,5	10 401,5
– иной ущерб	3978,0	9175,9	26 295,0	14 967,6	823 667,0	4331,0	69 216,5	13 218,5
<i>Расходы по тушению и ликвидации последствий лесных пожаров, \$</i>								
	16 502,1	72 497,4	946 195,5	93 626,1	38 423,7	195 809,8	734 010,1	272 201,9

Ущерб, причиненный лесными пожарами лесному фонду Беларуси, довольно значительный. В своих исследованиях А.К. Гармаза, И.Е. Ермак описывают составляющие суммарного ущерба [10]:

– повреждение леса на корню, заготовленной продукции, строений и иного имущества;

– повреждение молодняков искусственного и естественного происхождения;

– повреждение ресурсов побочного лесопользования;

– тушение и ликвидация лесных пожаров;

– санитарные рубки поврежденных насаждений;

– гибель животных и растений, включая занесенных в Красную книгу Республики Беларусь;

– загрязнение воздушной среды;

– прочие потери.

Проанализируем ущерб, нанесенный лесными пожарами за период времени 2013-2020 гг., а также проследим динамику расходов по тушению и ликвидации последствий лесных пожаров (рисунок 1).



Рисунок 1. – Динамика ущерба, нанесенного лесными пожарами, а также расходов по тушению и ликвидации последствий

Наряду с увеличением количества лесных пожаров, а также их интенсивности, ущерб, нанесенный лесными пожарами, также постоянно возрастает. Следует отметить, что особенно неблагоприятным по показателю нанесенного ущерба стал 2015 год (946 195\$), соответственно наибольшее количество пожаров за весь изучаемый период произошло в указанном году. Значительными являются расходы на тушение пожаров и ликвидацию последствий от них.

Таким образом, анализ количества лесных пожаров, а также площади лесных земель, пройденной пожарами, показывает, что в период с 2018 по 2020 год возрастает как частота, так и интенсивность лесных пожаров.

### Выводы

1. На основании проведенного анализа можно предположить, что изменение климата выступает причиной ряда негативных последствий, в том числе для Республики Беларусь – увеличение числа природных катастроф, что, в свою очередь, при-

водит к увеличению уровня наносимого ими ущерба. Климатические изменения оказывают негативное воздействие на условия жизни и экономическую обстановку.

2. Наблюдается рост опасных гидрометеорологических явлений, возрастет количество неблагоприятных изменений погоды, что, в совокупности, приводит к значительному ущербу.

3. Климатические изменения способствуют увеличению площадей потенциально опасных лесов, повышению пожарной опасности в лесах и на торфяных болотах, росту распространения вредителей и болезней леса, что повышает частоту и интенсивность возникновения лесных пожаров, массового размножения вредителей и распространения болезней леса, проявления ветровалов и буреломов в лесах.

4. Природные рисковые события выступают важной проблемой в лесном хозяйстве, причем вероятность наступления последних возрастает, в связи с чем актуально совершенствование системы управле-

ния рисками чрезвычайных ситуаций природного характера.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: утв. М-вом по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь 19.02.2003. – Минск: НИИ ПБиЧС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – 91 с.

2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь: Нац. доклад / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, РУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск: Бел НИЦ «Экология», 2019. – 191 с.

3. Экономическая оценка потерь в результате стихийных бедствий в лесном секторе Беларуси в контексте климатических изменений: современное состояние и направления совершенствования с учетом международного опыта: отчет о НИР (окончательный) / Белорусский государственный технологический университет; рук. Ледницкий А. – Минск, 2018. – 124 с.

4. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь [статистический сборник]. – Минск, 2020. – 203 с.

5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 25.05.2021.

6. Разработка методического и информационного обеспечения формирования эффективной системы управления экологическими рисками в интересах устойчивого природопользования: отчет о НИР (про-

межуточный) / Белорусский государственный технологический университет; рук. А.В. Неверов. – 94 с. – ГБ 16-188.

7. База данных ПК «Учет ЧС» [электронный ресурс] / Систем. треб. PostgreSQL 9.6 (дата обращения: 22.06.2021).

8. Сравнительный анализ причин возникновения лесных пожаров на территории Республики Беларусь / В.В. Усеня [и др.] // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. научн. тр. ИЛ НАН Беларуси. Выпуск 80. – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2020. – 316 с.

9. Климчук, Г.Я. Динамика возникновения пожаров в лесах различных фондодержателей Республики Беларусь / Г.Я. Климчук // Труды БГТУ. – 2018. – Серия 1, № 2. – С. 44–49.

10. Лесные пожары в Беларуси: материальный ущерб и опасные факторы пожара / А.К. Гармаза [и др.] // Труды БГТУ. – 2017. – Серия 1, № 2. – С. 332–337.

11. Дворник, А.А. Радиационная опасность продуктов сгорания горючих компонентов лесных фитоценозов / А.А. Дворник, А.М. Дворник // Экологический вестник. – 2015. – №1 (31). – С. 31–36.

12. Логинов, В.Ф. Многолетние сезонные изменения температуры воздуха в Беларуси и пространственно-временные особенности формирования засух / В.Ф. Логинов, Ю.А. Бровка // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: материалы Международной научн. конф., 5–8 мая 2015 г. / Белорус. гос. ун-т;

редкол.: П.С. Лопух (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – 337 с.

13. Изменение климата: последствия, смягчение, адаптация: учебно-метод. комплекс / М.Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2015. – 425 с.

14. Кислов, А.В. Климат в прошлом, настоящем, и будущем / А.В. Кислов. – Москва: МАИК, Наука/Интерпериодика, 2001. – 351 с.

### REFERENCES

1. Instrukciya o klassifikacii chrezvychajnyh situacij prirodnogo i tekhnogenogo haraktera: utv. M-vom po chrezvychajnym situacijam Resp. Belarus' 19.02.2003. – Minsk: NII PBiCHS Ministerstva po chrezvychajnym situacijam Respubliki Belarus'. - 91 s.

2. Nacional'nyj doklad o sostoyanii okruzhayushchej sredy Respubliki Belarus': Nac. doklad / Ministerstvo prirodnih resursov i ohrany okruzhayushchej sredy Respubliki Belarus', RUP «Bel NIC «Ekologiya». – Minsk: Bel NIC «Ekologiya», 2019. – 191 s.

3. Ekonomicheskaya ocenka poter' v rezul'tate stihijnyh bedstvij v lesnom sektore Belarusi v kontekste klimaticheskikh izmenenij: sovremennoe sostoyanie i napravleniya sovershenstvovaniya s uchetom mezhdunarodnogo opyta: otchet o NIR (okonchatel'nyj)/Belorusskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet; ruk. Lednickij A. -Minsk, 2018. – 124 s.

4. Ohrana okruzhayushchej sredy v Respublike Belarus' [statisticheskij sbornik]. – Minsk, 2020. – 203 s.

5. Nacional'nyj statisticheskij komitet Respubliki Belarus' [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa:

<http://dataportal.belstat.gov.by/>. – Data dostupa: 25.05.2021.

6. Razrabotka metodicheskogo i informacionnogo obespecheniya formirovaniya effektivnoj sistemy upravleniya ekologicheskimi riskami v interesah ustojchivogo prirodopol'zovaniya: otchet o NIR (promezhutochnyj) / Belorusskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet; ruk. A.V. Neverov. – 94 s. – GB 16-188.

7. Baza dannyh PK «Uchet CHS» [elektronnyj resurs]/ Sistem. treb. PostgreSQL 9.6 (data obrashcheniya: 22.06.2021).

8. Usenya, V.V. Sravnitel'nyj analiz prichin vozniknoveniya lesnyh pozharov na territorii Respubliki Belarus' / V.V. Usenya, N.V. Gordej, E.A. Teglenkov, E.N. Katkova // Problemy lesovedeniya i lesovodstva: sb. nauchn. tr. IL NAN Belarusi. Vypusk 80. - Gomel': Institut lesa NAN Belarusi, 2020. – 316 s.

9. Klimchuk, G.YA. Dinamika vozniknoveniya pozharov v lesah razlichnyh fondoderzhatelej Respubliki Belarus'/ G.YA. Klimchuk // Trudy BGTU, seriya 1, № 2. – 2018. – 44-49 s.

10. Garmaza, A.K. Lesnye pozhary v Belarusi: material'nyj ushcherb i opasnye faktory pozhara / A.K. Garmaza, I.T. Ermak, V.N. Bosak, V.V. Peretruhin, G.A. Chernushevich, G.YA. Klimchik // Trudy BGTU, seriya 1, № 2. – 2017. – 332-337 s.

11. Dvornik, A.A. Radiacionnaya opasnost' produktov sgoraniya goryuchih komponentov lesnyh fitocenozov / A.A. Dvornik, A.M. Dvornik // Ekologicheskij vestnik, 2015. № 1 (31). – S. 31-36.

12. Loginov, V.F. Mnogoletnie sezonnye izmeneniya temperatury vozduha v Belarusi i pro-stranstvenno-vremennye osobennosti formirovaniya zasuh / V.F. Loginov, YU.A. Brovka // Problemy gidrometeorologicheskogo obespecheniya hozyajstvennoj deyatel'nosti v usloviyah izmenyayushchegosya klimata: materialy Mezhdunarodnoj nauchn. konf., 5–8 maya 2015 g. / Belarus. gos. un-t; redkol.: P.S. Lopuh (otv. red.) [i dr.]. – Minsk, 2015. – 337 s.

13. Izmenenie klimata: posledstviya, smyagchenie, adaptaciya: uchebno-metod. kompleks / M.YU. Bobrik [i dr.]. – Vitebsk: VGU imeni P.M. Masherova, 2015. – 425 s.

14. Kislov A.V., Klimat v proshlom, nastoyashchem, i budushchem. – Moskva: MAIK, Nauka/Interpereodika, 2001. – 351 s.





## ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ПОЖАРОВ И АВАРИЙ

DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.89-99>

УДК 614.839::628.924

**канд. техн. наук, доц. Миканович А.С., Алиев К.С.**

### **Инженерно-технические решения в области противовзрывной защиты помещений**

*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

Рассмотрены инженерно-технические решения в области противовзрывной защиты производственных помещений и зданий. Установлено, что исследования в области применения в качестве легкосбрасываемых конструкций двойного остекления являются актуальной задачей, так как позволяют существенно снизить теплопотери через оконные проемы взрывопожароопасных помещений.

*Ключевые слова:* легкосбрасываемая конструкция, инженерно-технические решения в области противовзрывной защиты, двойное остекление

**Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof. A.S. Mikanovich, K.S. Aliev**

### **Engineering and technical solutions in the field of explosion protection of premises**

*The state educational establishment «University of civil protection of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus», Minsk*

Considered engineering solutions in the field of explosion protection of industrial premises and buildings. It has been established that research in the field of application of double glazing as easy-to-drop structures is an urgent task, since allow to significantly reduce heat loss through the window openings of fire and explosion hazardous premises.

*Keywords:* easily resettable design, engineering solutions in the field of explosion protection, double glazing

Взрыв является одной из наиболее опасных аварий, приводящих к чрезвычайной ситуации. Как показывает статистика, такое явление возникает довольно часто, например, в государствах Европейского союза ежегодно происходит около 2000 взрывов [1]. По данным международной страховой компании

Industrial Risk Insurers (IRI), из 34 аварий с ущербом свыше 250 тысяч долларов США, произошедших за год на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности США, основной ущерб (81 %) наносят аварии со взрывами [2]. Статистический отчет IRI показывает, что взрывы состав-

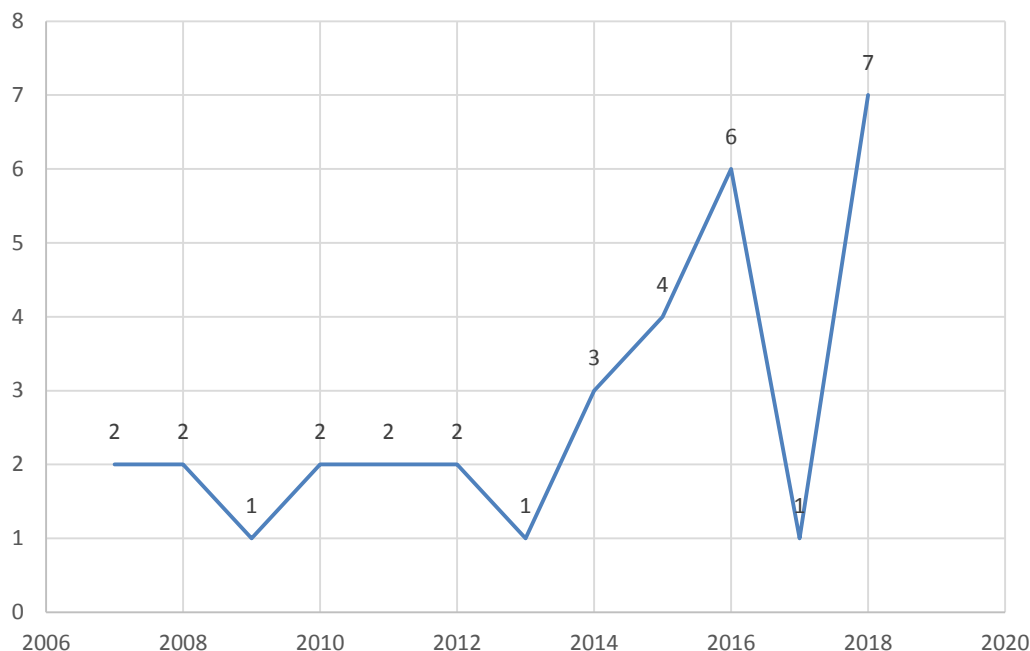
ляют 67 % всех инцидентов, а нанесенный ими ущерб – 85 % общего ущерба [2]. Как показал анализ около 1000 наиболее крупных аварий, проведенный Американской страховой ассоциацией AIA, ущерб при авариях в 63 % обусловлен взрывом либо совместным действием пожара и взрыва [2].

На территории Республики Беларусь и ее ближайших стратегических партнеров, таких как Республика Азербайджан, Российская Федерация размещается значительное количество взрывопожароопасных производств, на которых возможно образование взрывоопасных смесей. Нередко данные аварии заканчиваются взрывом и сопровождаются в том числе гибелью людей.

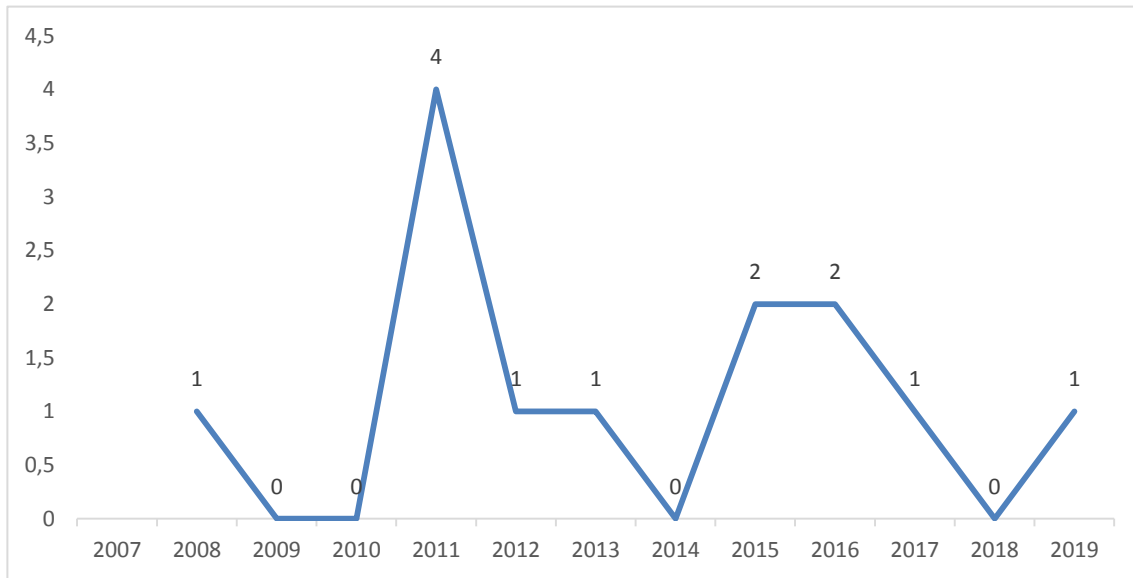
Взрывом называется быстрое неконтролируемое горение газо-, паро-, пылевоздушной смеси с образованием сжатых газов [3]. Различают

два принципиально разных режима взрывного горения: *детонация* и *дефлаграция*, которые отличают друг от друга скоростью распространения ударной волны, температурой и давлением, сопровождающими процесс сгорания вещества, а также тяжестью последствий [4–7]. Для взрывов, происходящих на территориях производственных предприятий, будет характерно *дефлаграционное горение*, характеризующееся видимой скоростью распространения пламени до  $300 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  и ударными волнами с максимальным давлением до 100 кПа [8].

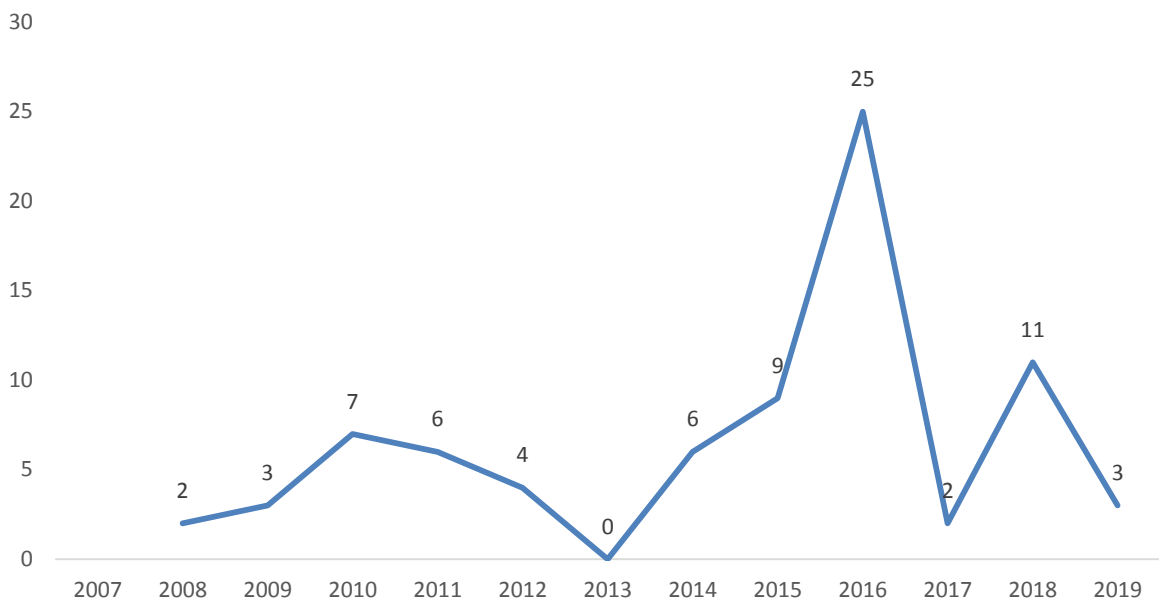
Согласно данным отдела статистики Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Азербайджан на территории страны за период с 2007 по 2019 года на объектах промышленности произошло 34 взрыва, на которых погибло 13 и пострадало 78 человек (рисунок 1).



а)



б)



в)

а) общее количество крупных взрывов; б) общее количество погибших при крупных взрывах; в) общее количество пострадавших  
 Рисунок 1. – Распределение количества крупных взрывов, погибших и пострадавших от них по годам Республики Азербайджан

Согласно [9] на территории Российской Федерации за период с 2012 по 2016 года зарегистрирова-

но 619 взрывов, в результате которых погибло 94 человека (рисунок 2).

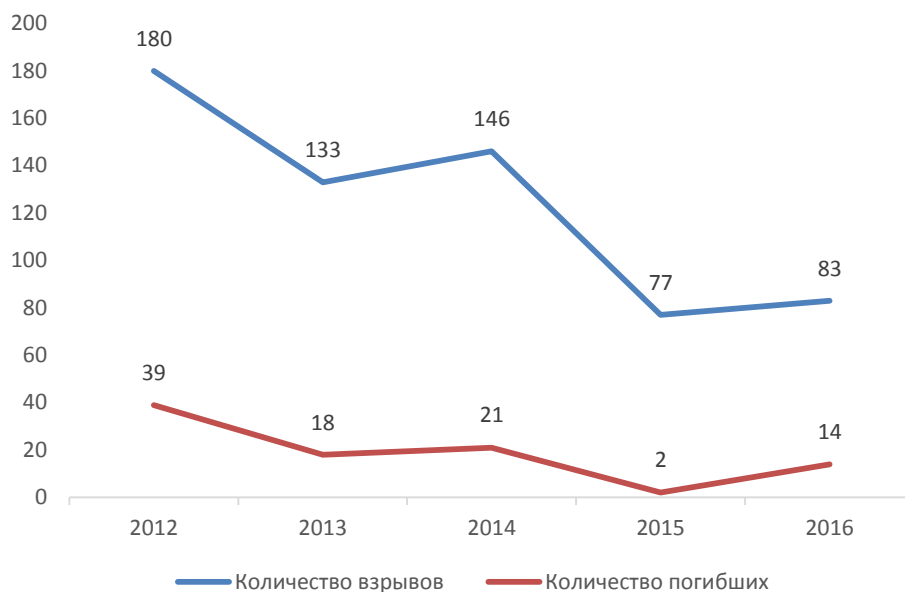


Рисунок 2. – Распределение количества крупных взрывов и погибших от них по годам Российской Федерации

Несмотря на оснащение производственных объектов самыми современными средствами взрывозащиты, предотвращение взрывов не всегда представляется возможным. Как следствие, для защиты людей и материальных ценностей от опасных факторов взрыва на стадиях проектирования, строительства, реконструкции и ремонта помещений, зданий, сооружений и пожарных отсеков должен быть предусмотрен комплекс мероприятий по противовзрывной защите. Комплекс инженерно-технических решений проти-

вовзрывной защиты включает в себя (рисунок 3) [10–16]:

- *технологические решения*, направленные на предотвращение возникновения пожара в объеме оборудования и помещения и обеспечение устойчивости технологического оборудования при взрыве внутри него;

- *объемно-планировочные решения*, направленные на обеспечение устойчивости здания при взрыве;

- *конструктивные решения*, направленные на обеспечение защиты людей и здания от опасных факторов взрыва.



Рисунок 3. – Инженерно-технические решения противовзрывной защиты помещений и зданий

*Объемно-планировочные решения* заключаются в нормировании размещения взрывопожароопасных помещений у наружных стен или на верхнем этаже в многоэтажных зданиях, за исключением случаев, оговоренных в технических нормативных правовых актах. Не допускается размещать данные помещения в подвальных и цокольных этажах зданий [17].

*Конструктивные решения* противовзрывной защиты зданий на стадии проектирования реализуются

по двум направлениям: подбор строительных конструкций в зависимости от класса последствий разрушения согласно [18, 19] и применение легкобрасываемых конструкций (далее – ЛСК) [17, 20, 21], предназначенных для снижения возникшего в результате взрыва избыточного давления. ЛСК в зависимости от способа разрушения и вида делятся на безынерционные и инерционные.

Классификация ЛСК в соответствии с [17, 22, 23] приведена на рисунке 4.

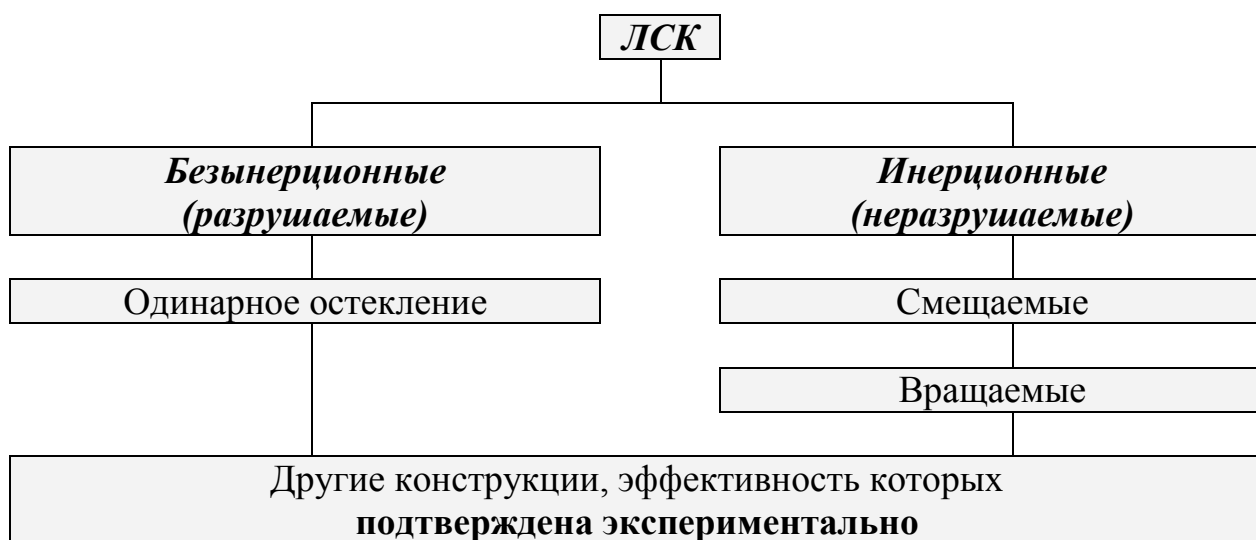


Рисунок 4. – Классификация легкобрасываемых конструкций

Следует отметить то, что данная классификация ЛСК существует только с 04.04.2021 [17]. До этого момента в качестве разрушаемых ЛСК допускалось применять как одинарное, так и двойное остекление.

Причиной исключения двойного остекления из перечня ЛСК стало неоднозначное толкование Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь термина «переплет с двойным остеклением». Основным проблемным моментом явилась возможность размещения в одном переплете двух листов стек-

ла без нормирования расстояния между стеклянными пластинами. В этом случае возможно возникновение в момент прогиба остекления так называемого «пятна контакта» между стеклянными пластинами, что может привести к росту величины давления вскрытия и, как следствие, превышению максимально безопасного давления для человека в защищаемом объеме.

Однако исключение двойного остекления из перечня ЛСК автоматически ведет к увеличению денежных средств, которые необходимо израсходовать на один отопитель-

ный сезон в течение года. Как показывают результаты сравнительного расчета, приведенного в [24], замена двойного остекления на одинарное в Республике Беларусь влечет увеличение теплотерь на 126,98–137,64 Вт·м<sup>-2</sup> или увеличение расхода условного топлива на 74,12–80,35 кг у.т.·м<sup>-2</sup>·год<sup>-1</sup>.

Опираясь на изложенные выше факты, можно сделать вывод, что исследования в области применения двойного остекления в качестве ЛСК являются актуальной задачей, имеющей значимый экономический эффект.

### Выводы

1. Анализ инженерно-технических решений в области противозрывной защиты помещений и зданий позволил установить, что использование двойного остекления в качестве ЛСК является актуальным конструктивным решением для снижения избыточного давления взрыва, позволяющим снизить теплотери через оконные проемы в наружных ограждающих конструкциях помещения.

2. Анализ расчета теплотерь через оконные проемы показал, что при использовании в Республике Беларусь в качестве ЛСК одинарного остекления вместо двойного приведет к увеличению теплотерь на 126,98–137,64 Вт·м<sup>-2</sup> или увеличению расхода условного топлива на 74,12–80,35 кг у.т.·м<sup>-2</sup>·год<sup>-1</sup>.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Моделирование пожаров и взрывов [Текст] / под общ. ред. Н.Н. Брушлинского, А.Я. Корольченко. – М. : Ассоциация «Пожнаука», 2000. – 482 с.

2. Мольков, В.В. Вентиляция газовой дефлаграции [Текст] : автореф. дис. ...д-ра техн. наук : 05.26.03 / Мольков Владимир Валентинович ; Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исследоват. ин-т противопож. обороны. – М., 1996. – 48 с.

3. Пожарная безопасность. Общие термины и определения [Текст] : СТБ 11.0.02–95. – Введ. 01–10–95. – Минск : Белстандарт, 1995. – 13 с. – (Система стандартов пожарной безопасности).

4. Детонация // ХиМиК [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1237.html>. – Дата доступа : 03.09.2021.

5. Горение // ХиМиК [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/723.html>. – Дата доступа : 03.09.2021.

6. Дефлаграция // ХиМиК [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <http://www.xumuk.ru/bse/731.html>. – Дата доступа : 03.09.2021.

7. Маршалл, В. Основные опасности химических производств [Текст] / В. Маршалл ; пер. с англ. Г. Б. Барасамян [и др.]. – М. : Мир, 1989. – 672 с.

8. Бесчастнов, М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение [Текст] / М.В. Бесчастнов. – М. : Химия, 1991. – 432 с.

9. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году : Статистический сборник. Под общ. ред. Д.М. Гордиенко. – М. : ВНИИПО, 2017. – 9 с.

10. Взрывобезопасность. Общие требования [Текст] : ГОСТ 12.1.010–76\* (СТ СЭВ 3517–81). – Введ. 01–01–78. – М. : Госстрой СССР,

1976. – 7 с. – (Система стандартов безопасности труда).

11. Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates : RL 94/9/EG. – Einführen 23.03.94. – Europäischen Gemeinschaften, 2003. – 34 S.

12. Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz Teil 1: Grundlagen und Methodik : EN 1127-1 // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – CEN, 1997. – das Regime des Zugriffes : <http://www.pellmont.ch/sikedadeutsch/en1127-1>. – das Datum des Zugriffes: 06.02.2004.

13. Druckentlastung von Staubexplosionen: VDI 3673 // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – Düsseldorf : VDI-Verlag, 2002. – das Regime des Zugriffes : <http://www.pellmont.ch/sikedadeutsch/3673>. – das Datum des Zugriffes : 06.02.2004.

14. Staubbrände und Staubexplosionen : VDI 2263. Blatt 2. Gefahren - Beurteilung – Schutzmassnahmen. Inertisierung // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – Düsseldorf : VDI-Verlag, 2002. – das Regime des Zugriffes: <http://www.pellmont.ch/sikedadeutsch/2263/vdi-2263#blatt2.htm>. – das Datum des Zugriffes : 06.02.2004.

15. Explosionsdruckstoßfeste : VDI 2263. Blatt 3. Behälter und Apparate. Berechnung, Bau und Prüfung // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – Düsseldorf: VDI-Verlag, 2002. – das Regime des Zugriffes :

<http://www.pellmont.ch/sikedadeutsch/2263/vdi-2263#blatt3.htm>. – das Datum des Zugriffes : 06.02.2004.

16. Unterdrückung von Staubexplosionen : VDI 2263. Blatt 4 // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – Düsseldorf : VDI-Verlag, 2002. – das Regime des Zugriffes:

<http://www.pellmont.ch/sikedadeutsch/2263/vdi-2263#blatt4.htm>. – das Datum des Zugriffes : 06.02.2004.

17. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс] : СН 2.02.05-2020 // СтройДОК Online / РУП «Стройтехнорм». – Режим доступа: <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа: 03.09.2021.

18. Основы проектирования строительных конструкций [Электронный ресурс] : СН 2.01.01-2019 // СтройДОК Online / РУП «Стройтехнорм». – Режим доступа: <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа: 03.09.2021.

19. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия [Текст] = Еўракод 1. Уздзеянні на канструкцыі. Частка 1-7. Агульныя ўздзеянні. Асаблівыя ўздзеянні : ТКП EN 1991-1-7-2009. – Введ. 01-01-10. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 64 с. – (Национальный комплекс технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства).

20. Сельскохозяйственные здания [Электронный ресурс] : СН 3.02.09-2020 // СтройДОК Online / РУП «Стройтехнорм». – Режим доступа: <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа: 03.09.2021.



21. Котельные установки [Электронный ресурс] : СН 4.02.04-2019 // СтройДОК Online / РУП «Стройтехнорм». – Режим доступа: <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа: 03.09.2021.

22. Конструкции легкобрасываемые. Правила расчета [Текст] : ТКП 45–2.02–38–2006. – Введ. 01–01–07. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2006. – 30 с. – (Национальный комплекс технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства).

23. Касперов, Г.И. Расчет площади мгновенно разрушаемых легкобрасываемых конструкций [Текст] / Г.И. Касперов, И.И. Полевода, А.С. Миканович // Вестн. Команд.-инженер. ин-та МЧС Респ. Беларусь». – 2005. – №2. – С. 64–69.

24. Миканович, А.С. Использование стеклопакетов для взрывозащиты производственных и складских помещений [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.03 : защищена 15.03.2013 / Миканович Андрей Станиславович. – Минск, 2013. – 132 с. – Библиогр. : с. 98–112.

## REFERENCES

1. Modelirovanie požarov i vzryvov [Tekst] / pod obshch. red. N. N. Brushlinskogo, A. YA. Korol'-chenko. – M. : Associaciya «Pozhnauka», 2000. – 482 s.

2. Mol'kov, V. V. Ventilirovanie gazovoj deflagracii [Tekst] : avtoref. dis. ...d-ra tekhn. nauk : 05.26.03 / Mol'kov Vladimir Valentinovich ; Vseros. ordena «Znak Pocheta» nauch.-issledovat. in-t proti-vopozh. oborony. – M., 1996. – 48 s.

3. Pozharnaya bezopasnost'. Obshchie terminy i opredeleniya [Tekst] : STB 11.0.02–95. – Vved. 01–10–95. – Minsk : Belstandart, 1995. – 13 s. – (Sistema standartov požarnoj bezopasnosti).

4. Detonaciya // HiMiK [Elektronnyj resurs]. – 2021. – Rezhim dostupa : <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1237.html>. – Data dostupa : 03.09.2021.

5. Gorenje // HiMiK [Elektronnyj resurs]. – 2021. – Rezhim dostupa : <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/723.html>. – Data dostupa : 03.09.2021.

6. Deflagraciya // HiMiK [Elektronnyj resurs]. – 2021. – Rezhim dostupa : <http://www.xumuk.ru/bse/731.html>. – Data dostupa : 03.09.2021.

7. Marshall, V. Osnovnye opasnosti himicheskikh proizvodstv [Tekst] / V. Marshall ; per. s angl. G. B. Barasamyana [i dr.]. – M. : Mir, 1989. – 672 s.

8. Beschastnov, M. V. Promyshlennyye vzryvy. Ocenka i preduprezhdenie [Tekst] / M. V. Beschastnov. – M. : Himiya, 1991. – 432 s.

9. Pozhary i požarnaya bezopasnost' v 2016 godu : Statisticheskij sbornik. Pod obshchej redakciej D.M. Gordienko. – M. : VNIPO, 2017. – 9 s.

10. Vzryvobezopasnost'. Obshchie trebovaniya [Tekst] : GOST 12.1.010–76\* (ST SEV 3517–81). – Vved. 01–01–78. – M. : Gosstroj SSSR, 1976. – 7 s. – (Sistema standartov bezopasnosti truda).

11. Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Richt-

linie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates : RL 94/9/EG. – Einführen 23.03.94. – Europäischen Gemeinschaften, 2003. – 34 S.

12. Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz Teil 1: Grundlagen und Methodik : EN 1127-1 // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – CEN, 1997. – das Regime des Zugriffes : <http://www.pellmont.ch/siked/Deutsch/en1127-1>. – das Datum des Zugriffes: 06.02.2004.

13. Druckentlastung von Staubexplosionen: VDI 3673 // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – Düsseldorf : VDI-Verlag, 2002. – das Regime des Zugriffes : <http://www.pellmont.ch/siked/Deutsch/3673>. – das Datum des Zugriffes : 06.02.2004.

14. Staubbrände und Staubexplosionen : VDI 2263. Blatt 2. Gefahren - Beurteilung – Schutzmassnahmen. Inertisierung // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – Düsseldorf : VDI-Verlag, 2002. – das Regime des Zugriffes: <http://www.pellmont.ch/siked/Deutsch/2263/vdi-2263#blatt2.htm>. – das Datum des Zugriffes : 06.02.2004.

15. Explosionsdruckstoßfeste : VDI 2263. Blatt 3. Behälter und Apparate. Berechnung, Bau und Prüfung // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – Düsseldorf: VDI-Verlag, 2002. – das Regime des Zugriffes : <http://www.pellmont.ch/siked/Deutsch/2263/vdi-2263#blatt3.htm>. – das Datum des Zugriffes : 06.02.2004.

16. Unterdrückung von Staubexplosionen : VDI 2263. Blatt 4 // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – Düsseldorf :

VDI-Verlag, 2002. – das Regime des Zugriffes:

<http://www.pellmont.ch/siked/Deutsch/2263/vdi-2263#blatt4.htm>. – das Datum des Zugriffes : 06.02.2004.

17. Pozharnaya bezopasnost' zdaniy i sooruzhenij [Elektronnyj re-surs] : SN 2.02.05-2020 // StrojDOK Online / RUP «Strojtekhnorm». – Rezhim dostupa: <https://normy.by/ips.php>. – Data do-stupa: 03.09.2021.

18. Osnovy proektirovaniya stroitel'nyh konstrukcij [Elektronnyj resurs] : SN 2.01.01-2019 // StrojDOK Online / RUP «Strojtekhnorm». – Rezhim dostupa: <https://normy.by/ips.php>. – Data do-stupa: 03.09.2021.

19. Evrokod 1. Vozdejstviya na konstrukcii. CHast' 1-7. Obshchie vozdejstviya. Osobyje vozdejstviya [Tekst] = Eŷrakod 1. Uzdzeyanni na konstrukcyi. CHastka1-7. Agul'nyya ŷdzzeyanni. Asablivyya ŷdzzeyanni : TKP EN 1991–1–7–2009. – Vved. 01–01–10. – Minsk: M-vo arhitektury i str-va Resp. Belarus', 2010. – 64 s. – (Nacional'nyj kompleks tekhnicheskikh normativnyh pravovyh aktov v oblasti arhitektury i stro-itel'stva).

20. Sel'skohozyajstvennyje zdaniya [Elektronnyj resurs] : SN 3.02.09-2020 // StrojDOK Online / RUP «Strojtekhnorm». – Rezhim dostupa: <https://normy.by/ips.php>. – Data dostupa: 03.09.2021.

21. Kotel'nye ustanovki [Elektronnyj resurs] : SN 4.02.04-2019 // StrojDOK Online / RUP «Strojtekhnorm». – Rezhim dostupa: <https://normy.by/ips.php>. – Data do-stupa: 03.09.2021.

22. Konstrukcii legkosbrasyvaemye. Pravila rascheta [Tekst] : TKP 45–2.02–38–2006. – Vved. 01–01–07.

– Minsk : M-vo arhitektury i str-va Resp. Belarus', 2006. – 30 s. – (Nacional'nyj kompleks tekhnicheskikh normativnykh pravovykh aktov v oblasti arhitektury i stroitel'stva).

23. Kasperov, G. I. Raschet ploshchadi mgnovenno razrushaemykh legkosbrasyvaemykh konstrukcij [Tekst] / G. I. Kasperov, I. I. Pole-voda, A. S. Mikanovich // Nauchn. zhurn. «Vestn. Komand.-inghener. in-ta MCHS Resp. Belarus'». – 2005. – №2. – S. 64–69.

24. Mikanovich, A. S. Ispol'zovanie steklopaketov dlya vzryvozaschity proizvodstvennykh i skladskih pomeshchenij [Tekst] : dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.26.03 : zashchishchena 15.03.2013 / Mikanovich Andrej Stanislavovich. – Minsk, 2013. – 132 s. – Bibliogr. : s. 98–112.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.100-108>

УДК 614.839::628.924::539.415::539.422.23

**канд. техн. наук, доц. Миканович А.С., Алиев К.С.**

## **Моделирование поведения легкобрасываемой конструкции в программном комплексе ANSYS**

*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

На примере легкобрасываемой конструкции в виде стеклопакета, имеющего ряд конструктивных особенностей, рассмотрена возможность образования «пятна контакта» стеклянных пластин при приложении квазистатической нагрузки, образующейся при дефлаграционном сгорании в защищаемом объеме. Определение величины прогиба внутренней стеклянной пластины осуществлялось с помощью метода начала возможных перемещений и при моделировании в программном комплексе ANSYS Workbench.

*Ключевые слова:* легкобрасываемая конструкция, дефлаграционное сгорание, прогиб стеклянных пластин

**Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof. A.S. Mikanovich, K.S. Aliev**

## **Modeling the behavior of an easily resettable structure in the ANSYS software package**

*The state educational establishment «University of civil protection of the Ministry of emergency situations of the Republic of Belarus», Minsk*

In the article, using the example of an easily resettable structure in the form of a double-glazed window, which has a number of design features, the possibility of the formation of a "contact spot" of glass plates when a quasi-static load is applied, formed during deflagration combustion in a protected volume, is considered. Determination of the deflection value of the inner glass plate was carried out using the method of the beginning of possible displacements and during simulation in the ANSYS Workbench software package.

*Keywords:* easily ejected structure, deflagration combustion, deflection of glass plates

### **Введение**

Взрыв является одной из наиболее опасных аварий, приводящих к чрезвычайной ситуации. Взрывозащита производственных и складских помещений, зданий на стадии проектирования решается комплексным применением различных технологи-

ческих, объемно-планировочных и конструктивных решений.

Несмотря на оснащение производственных объектов современными средствами взрывозащиты, предотвращение взрывов не всегда представляется возможным. Как следствие, для защиты людей и материальных ценностей от опасных

факторов взрыва должен быть предусмотрен комплекс мероприятий по противовзрывной защите, одним из конструктивных решений которого является устройство легко-сбрасываемых конструкций (далее – ЛСК).

ЛСК – специальные наружные ограждающие конструкции зданий, сооружений (или их части), предназначенные для уменьшения давления при взрыве с целью обеспечения безопасности людей, сохранности конструкций и оборудовании [1]. ЛСК, вскрываясь, обеспечивают снижение избыточного давления, возникающего в помещении при дефлаграционном сгорании горючей смеси, до безопасного нормируемого значения, которое в большинстве случаев принимается равным 5 кПа [2, 3].

На сегодняшний день в качестве ЛСК допускается использовать только одинарное остекление, имеющее параметры не менее указанных в [4]. Любые иные технические решения, планируемые к использованию в качестве ЛСК, должны подтвердить возможность их применения испытаниями по [5].

К таким конструкциям относятся и двойное остекление, необходимость испытаний которого в случае соблюдения минимально необходимых параметров, аналогичных для одинарного остекления, не устанавливалась до 01 сентября 2018 года. Причиной исключения двойного остекления из перечня ЛСК стало неоднозначное толкование Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь термина «переплет с двойным остеклением».

Основным проблемным моментом явилась возможность размещения в одном переплете двух листов стекла без нормирования расстояния между стеклянными пластинами. В этом случае при приложении давления со стороны помещения возможно возникновение «пятна контакта» между пластинами, что может привести к повышению величины избыточного давления вскрытия ЛСК и, как следствие, превышению максимально безопасного для человека избыточного давления в помещении.

Примером такой конструкции может служить оконный блок со светопрозрачным заполнением в виде стеклопакета, у которого отсутствует:

- герметизация по контуру с помощью отверждающегося герметика;

- крепление стеклянных пластин к дистанционной рамке с помощью нетвердеющего герметика.

Для определения теоретической возможности возникновения «пятна контакта» необходимо определить возможную величину прогиба стеклянных пластин при приложении избыточного давления, возникающего при дефлаграционном сгорании горючей смеси в защищаемом объеме.

#### **Моделирование прогиба стеклянной пластины, размещаемой со стороны защищаемого помещения**

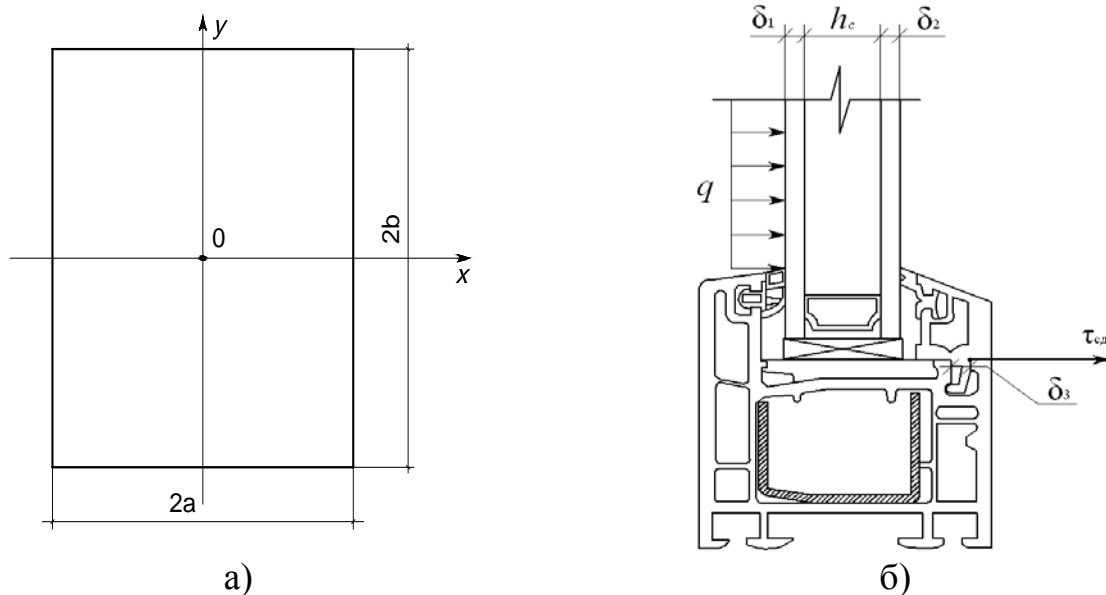
ЛСК представляет собой окно, изготовленное из алюминиевого профиля (сплав AW-6063: AlMg0,7Si 6063, состояние T6), остекленное двумя стеклами толщиной 4 мм каждое, с дистанционной рамкой между ними 15,5 мм размером

1244×1244 мм. Рама изготовлена из четырех (двух горизонтальных, длиной 1244 мм и двух вертикальных длиной 1244 мм) обрамляющих алюминиевых профилей шириной 58 мм и толщиной 48 мм. Профили соединены между собой при помощи угловых закладных. В качестве заполнения используются два стекла толщиной 4 мм каждое, с дистанционной рамкой между ними толщиной 15,5 мм. Размер заполнения 1148×1148×24 мм. Заполнение закреплено в раму алюминиевым штапиком. Особенностью испытываемого окна является отсутствие крепления стеклянных пластин к дистанционной рамке.

Модуль Юнга для стекла равен 70 000 МПа [6], коэффициент Пуассона – 0,23 [6], величина прикладываемой равномерно распределенной нагрузки – 0,0069 Н·мм<sup>-2</sup>. Величина прогиба стеклянной пластины определяется в ее центре.

Рассматриваемое светопрозрачное заполнение состоит из стеклянных пластин длиной  $2b$ , шириной  $2a$  и толщиной  $\delta_1$  и  $\delta_2$ , размещенных на расстоянии  $h_c$ , удерживаемые штапиком крепления с шириной продольного уса  $\delta_3$ .

Геометрическая модель стеклянной пластины и модель воздействия избыточного давления взрыва на светопрозрачное заполнение приведены на рисунке 1.



а – стеклянная пластина; б – модель воздействия избыточного давления на светопрозрачное заполнение

Рисунок 1. – Геометрическая модель стеклянной пластины и модель воздействия избыточного давления взрыва на оконный блок

При возникновении дефлаграционного сгорания в замкнутом объеме происходит прогиб внутренней пластины под воздействием квазистатической взрывной нагрузки  $q$ . Приложение взрывной нагрузки  $q$  и возникновение прогиба приводят

к появлению напряжений на поверхности пластины, которые могут разрушить ее.

Для описания поведения стеклянных пластин под воздействием квазистатической взрывной нагрузки используется уравнение [7]:

$$D \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = q + N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2N_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}, \quad (1)$$

где  $D$  – цилиндрическая жесткость пластины, Н·мм;

$w$  – прогиб стеклянной пластины, мм;

$x, y$  – координаты рассматриваемой точки прогиба, мм;

$q$  – равномерно распределенная нагрузка, Н/мм<sup>2</sup>;

$N_x$  – вертикальная составляющая усилия, действующего в срединной плоскости пластины по оси  $x$ , Н;

$N_y$  – вертикальная составляющая усилия, действующего в срединной плоскости пластины по оси  $y$ , Н;

$N_{xy}$  – вертикальная составляющая усилия, действующего в срединной плоскости пластины по осям  $x$  и  $y$ , Н.

Применимость данного уравнения основывается на том, что прогиб оконных стекол под нагрузкой может быть в несколько раз больше их толщины, что подтверждается требованиями DIN 18516 [8, 9], в соответствии с которым максимальный допустимый прогиб при изгибе рекомендуется принимать не более 1 % длины большей стороны пластины. Так как величина прогиба стеклянной пластины превысит ее толщину, следовательно, в данном случае нельзя пренебрегать напряжениями, возникающими в срединной поверхности пластины.

При разработке математической модели поведения светопрозрачного заполнения при воздействии квазистатической взрывной нагрузки приняты следующие предположения [10, 11]:

– светопрозрачное заполнение рассматривалось как пластина, жестко заделанная по контуру;

– в связи с тем, что возможен прогиб внутренней стеклянной пластины на величину большую, чем ее толщина, жесткость пластины принималась равной нулю [12] и пластина рассматривалась как мембрана.

Для решения уравнения (1) с учетом принятых допущений было использовано начало возможных перемещений, примененное к полному значению потенциальной энергии мембраны, при этом прогиб  $w$  определен как четная функция относительно центра мембраны, для него было принято выражение (2), которое обращается в нуль на контуре [7]:

$$w = C \cdot \cos \frac{\pi x}{2a} \cdot \cos \frac{\pi y}{2b}. \quad (2)$$

В результате решения уравнения, полученного при применении к выражению полной энергии начала

возможных перемещений [11], численное значение коэффициента  $C$  определяется по формуле (3):

$$C = \frac{16ab}{\pi^2} \sqrt[3]{\frac{2ab \cdot q \cdot j_{gp} (1 - \mu_1^2)}{E\delta_1 (r_{gp} j_{gp} - k_{gp} s_{gp} b - m_{gp} t_{gp} a)}}, \quad (3)$$

где  $j_{gp} = -18a^2b^2 - 3a^4 + 3\mu_1b^4 - 3b^4 + 3\mu_1a^4 + 2\mu_1a^2b^2$ , мм<sup>4</sup>;

$k_{gp} = -3b^4 - 3a^4 - 18a^2b^2 + 3\mu_1b^4 + 2\mu_1a^2b^2 + 9\mu_1a^4 - 2\mu_1^2a^2b^2 + 5\mu_1a^3b +$

$+ \mu_1ab^3 - \mu_1^2a^3b - \mu_1^2ab^3$ , мм<sup>4</sup>;

$m_{gp} = -3b^4 - 3a^4 - 18a^2b^2 + 3\mu_1a^4 + 2\mu_1a^2b^2 + 9\mu_1b^4 - 2\mu_1^2a^2b^2 +$

$+ 5\mu_1ab^3 + \mu_1a^3b - \mu_1^2a^3b - \mu_1^2ab^3$ , мм<sup>4</sup>;

$r_{gp} = 9a^4 + 9b^4 + 2a^2b^2$ , мм<sup>3</sup>

$s_{gp} = 3b^3 + a^2b - \mu_1ab^2 - \mu_1a^2b$ , мм<sup>3</sup>;

$t_{gp} = 3a^3 + ab^2 - \mu_1ab^2 - \mu_1a^2b$ , мм<sup>3</sup>;

$E$  – модуль Юнга стекла, Н/мм<sup>2</sup>;

$\mu_1$  – коэффициент Пуассона для стекла.

Для рассматриваемого свето-прозрачного заполнения параметры принимают следующие значения:  $j_{gp} = -2,41 \times 10^{12}$  мм<sup>4</sup>,  $k_{gp} = -2,13 \times 10^{12}$  мм<sup>4</sup>,  $m_{gp} = -2,13 \times 10^{12}$  мм<sup>4</sup>,  $r_{gp} = 2,17 \times 10^{12}$  мм<sup>3</sup>,  $s_{gp} = 6,69 \times 10^8$  мм<sup>3</sup>,  $t_{gp} = 6,69 \times 10^8$  мм<sup>3</sup>,  $C = 11,63$  мм.

### Моделирование поведения рассматриваемой ЛСК в ANSYS

Оценка возможности возникновения «пятна контакта» проводилась с использованием программного продукта ANSYS Workbench, при этом рассматривался одновременный прогиб стеклянных пластин.

До начала процесса расчета была поэлементно построена геометрическая модель рассматриваемого стеклопакета.

После построения геометрической модели при помощи встроенных в программное обеспечение библиотек были заданы свойства стекла и алюминиевого сплава AW-6063, из которого изготовлена рама стеклопакета, а также режим изменения давления в защищаемом помещении до момента разрушения светопрозрачного заполнения (рисунки 2, 3).



	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/> Material Field Variables	Table			
3	<input checked="" type="checkbox"/> Density	2200	kg m <sup>-3</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/> Isotropic Elasticity			<input type="checkbox"/>	
5	Derive from	Young's...			
6	Young's Modulus	7E+10	Pa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Poisson's Ratio	0.23			<input type="checkbox"/>
8	Bulk Modulus	4.321E+10	Pa		<input type="checkbox"/>
9	Shear Modulus	2.8455E+10	Pa		<input type="checkbox"/>

Рисунок 2. – Свойства стекла, применяемые в расчете

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/> Material Field Variables	Table			
3	<input checked="" type="checkbox"/> Density	2700	kg m <sup>-3</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/> Isotropic Elasticity			<input type="checkbox"/>	
5	Derive from	Young's...			
6	Young's Modulus	7.1E+10	Pa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Poisson's Ratio	0.33			<input type="checkbox"/>
8	Bulk Modulus	6.9608E+10	Pa		<input type="checkbox"/>
9	Shear Modulus	2.6692E+10	Pa		<input type="checkbox"/>
10	<input checked="" type="checkbox"/> Bilinear Kinematic Hardening			<input type="checkbox"/>	
11	Yield Strength	2.35E+08	Pa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Tangent Modulus	1E+08	Pa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

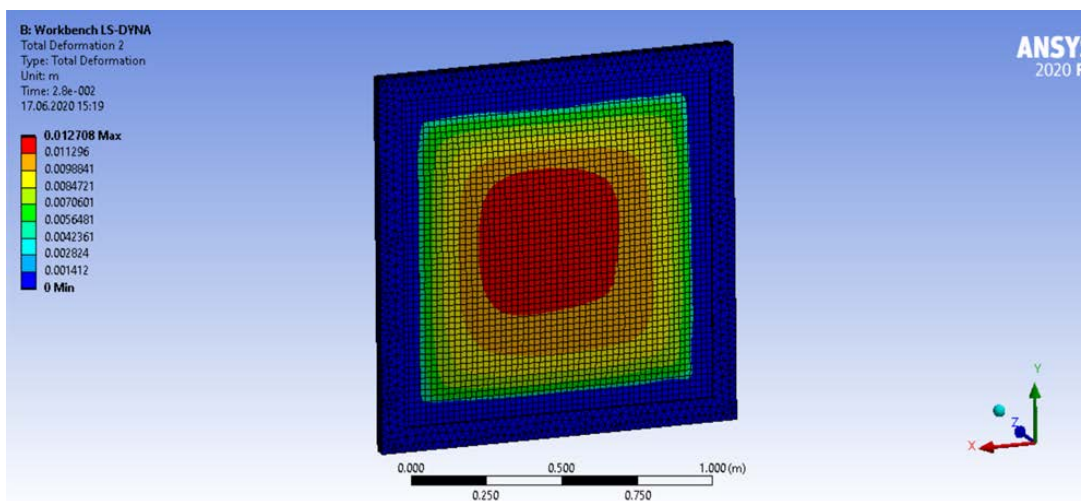
Рисунок 3. – Свойства алюминиевого сплава AW-6063, применяемые в расчете

	Time [s]	<input checked="" type="checkbox"/> Stress Probe 2 (Maximum Principal) [Pa]
1	0.	0.
2	2.8e-002	3.6613e+007

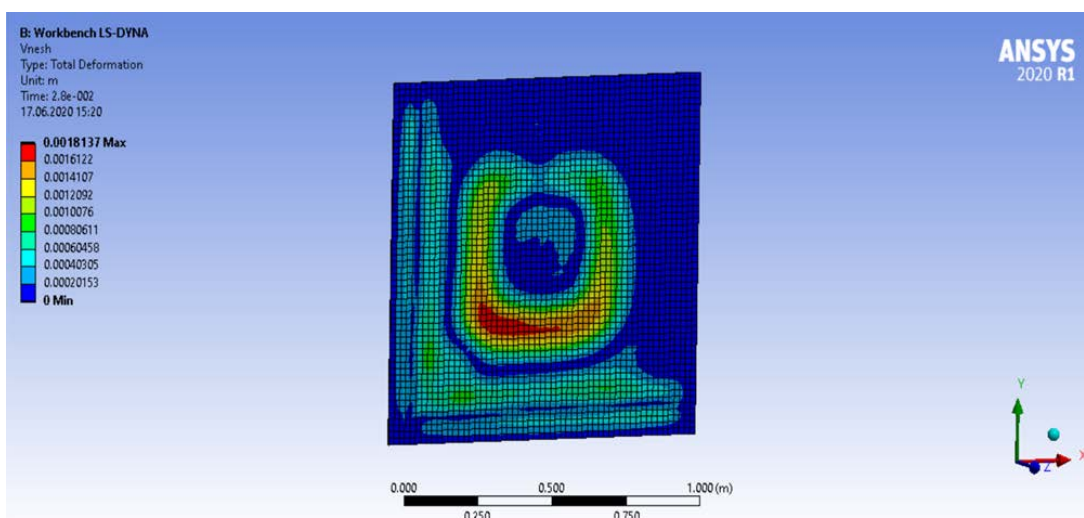
Рисунок 4. – Зависимость избыточного давления от времени

Далее была смоделирована сетка, делящая тела на единицы объема при моделировании прогиба, заданы условия моделирования и проведен расчет прогиба как внутренней (раз-

мещаемой со стороны защищаемого помещения), так и внешней стеклянной пластины. Результаты моделирования приведены на рисунках 5а, б.



а – вид внутренней стеклянной пластины (со стороны приложения нагрузки) с обозначением стрелы прогиба стеклопакета



б – вид внешней стеклянной пластины (со стороны приложения нагрузки) с обозначение стрелы прогиба стеклопакета

Рисунок 5. – Общий вид расчетных конечно-элементных моделей легкобросываемой конструкции

## Выводы

1. Для оконного блока со светопрозрачным заполнением в виде стеклопакета, у которого отсутствует герметизация по контуру, с помощью отверждающегося герметика и крепления стеклянных пластин к дистанционной рамке с помощью нетвердеющего герметика проведено моделирование поведения при при-

ложении квазистатической нагрузки с использованием метода начала возможных перемещений, а также в программном продукте ANSYS Workbench.

2. Величина прогиба внутренней (размещаемой со стороны помещения) стеклянной пластины составила 11,63 м (метод начала воз-

можных перемещений) и 12,71 мм (ANSYS Workbench) соответственно.

3. В результате моделирования установлено, что при ширине дистанционной рамки 15,5 мм возникновение «пятна контакта» стеклянных пластин не наблюдается, однако при уменьшении ее ширины возможно наблюдение данного явления, что требует проведения дополнительных экспериментальных исследований.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Пассивная противопожарная защита. Термины и определения: СТБ 11.0.03-95 – Введ. 16.03.1995.- Минск: НПРУП «Бел. гос. ин-тут стандартиз. и сертиф.», 1995.– 73 с. – Система стандартов пожарной безопасности.
2. Пожарная безопасность технологических процессов. Методы оценки и анализа пожарной опасности. Общие требования: СТБ 11.05.03-2010. – Введ. 01.01.2011. – Минск : Госстандарт, 2010.– 71 с. – Система стандартов пожарной безопасности.
3. Конструкции легкобрасываемые. Правила расчета: ТКП 45-2.02-38-2006.– Введ. 01.01.2007. – Минск : Мин-во архитект. и строит. Респ. Беларусь, 2006. – 27 с.
4. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс] : СН 2.02.05-2020 // СтройДОК Online / РУП «Стройтехнорм». – Режим доступа: <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа: 03.09.2021.
5. Конструкции легкобрасываемые. Метод определения избыточного давления вскрытия [Электронный ресурс] : Государственный стандарт Республики Беларусь, СТБ 1762–2007. – Введ. 01.01.2008 // Стройдок Online. – Минск, 2020.
6. Стекло листовое бесцветное. Технические условия [Электронный ресурс] : Государственный стандарт Республики Беларусь, ГОСТ 111–2014. – Введ. 01.10.2016 // Стройдок Online. – Минск, 2020.
7. Авдонин, А.С. Прикладные методы расчета оболочек и тонкостенных конструкций / А.С. Авдонин. – М.: Изд-во «Машиностроение», 1969. – 403 с.
8. Прочностные свойства стекла. Несущая способность. Расчет на прочность. Допустимые напряжения при изгибе [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.oknograd.ru/download/papers/boroskina-prochnost-stekla-v-oknah-pvh.doc>. – Дата доступа: 09.04.2010.
9. Борискина, И.В. Окна для индивидуального строительства. Техническое руководство по проектированию современных окон из ПВХ для объектов коттеджного строительства и зданий малоэтажной застройки / И.В. Борискина, А.Н. Щуров, А.А. Плотников. – М., 2010. – 320 с.
10. Миканович, А. С. Использование стеклопакетов для взрывозащиты производственных и складских помещений [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.03 : защищена 15.03.2013 / Миканович Андрей Станиславович. – Минск, 2013. – 132 с. – Библиогр. : С. 98–112.
11. Миканович, А. С. Математическое моделирование поведения стеклянной пластины и узла крепления стеклопакета к оконной раме при воздействии избыточного давления взрыва [Текст] / А. С. Миканович // Вестн. Команд.-инженер.

ин-та МЧС Респ. Беларусь. – 2011. – № 2 (14). – С. 105–119.

12. Тимошенко, С.П. Пластинки и оболочки / С.П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. – М.: Изд-во «Наука», 1966. – 636 с.

## REFERENCES

1. Passivnaya protivopozharnaya zashchita. Terminy i opredeleniya: STB 11.0.03-95 – Vved. 16.03.1995.- Minsk: NPRUP «Bel. gos. in-tut standartiz. i sertif.», 1995.– 73 s. – Sistema standartov pozharnoj bezopasnosti.

2. Pozharnaya bezopasnost' tekhnologicheskikh processov. Metody ocenki i analiza pozharnoj opasnosti. Obshchie trebovaniya: STB 11.05.03-2010. – Vved. 01.01.2011. – Minsk : Gosstandart, 2010.– 71 s. – Sistema standartov pozharnoj bezopasnosti.

3. Konstrukcii legkosbrasyvayemye. Pravila rascheta: ТКР 45-2.02-38-2006.– Vved. 01.01.2007. – Minsk : Min-vo arhitekt. i stroit. Resp. Belarus', 2006. – 27 s.

4. Pozharnaya bezopasnost' zdaniy i sooruzhenij [Elektronnyj resurs] : SN 2.02.05-2020 // StrojDOK Online / RUP «Strojtekhnorm». – Rezhim dostupa: <https://normy.by/ips.php>. – Data dostupa: 03.09.2021.

5. Konstrukcii legkosbrasyvayemye. Metod opredeleniya izbytochnogo davleniya vskrytiya [Elektronnyj resurs] : Gosudarstvennyj standart Respubliki Belarus', STB 1762–2007. – Vved. 01.01.2008 // StrojDok Online. – Minsk, 2020.

6. Steklo listovoe bescvetnoe. Tekhnicheskie usloviya [Elektronnyj resurs] : Gosudarstvennyj standart Respubliki Belarus', GOST 111–2014. – Vved. 01.10.2016 // StrojDok Online. – Minsk, 2020.

7. Avdonin, A.S. Prikladnye metody rascheta obolochek i tonkostennykh konstrukcij / A.S.Avdonin. – M.: Izd-vo «Mashinostroenie», 1969. – 403 s.

8. Prochnostnye svojstva stekla. Nesushchaya sposobnost'. Raschet na prochnost'. Dopustimye napryazheniya pri izgibe [Elektronnyj resurs]. – 2010. – Rezhim dostupa: <http://www.oknograd.ru/download/papers/boriskina-prochnost-stekla-v-oknah-pvh.doc>. – Data dostupa: 09.04.2010.

9. Boriskina, I.V. Okna dlya individual'nogo stroitel'stva. Tekhnicheskoe rukovodstvo po proek-tirovaniyu sovremennykh okon iz PVH dlya ob'ektov kottedzhnogo stroitel'stva i zdaniy maloetazhnoj zastrojki / I.V. Boriskina, A.N. SHCHurov, A.A. Plotnikov. – M., 2010. – 320 s.

10. Mikanovich, A. S. Ispol'zovanie steklopaketov dlya vzryvozaschity proizvodstvennykh i skladskih pomeshchenij [Tekst] : dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.26.03 : zashchishchena 15.03.2013 / Mikanovich Andrej Stanislavovich. – Minsk, 2013. – 132 s. – Bibliogr. : s. 98–112.

11. Mikanovich, A. S. Matematicheskoe modelirovanie povedeniya steklyannoj plastiny i uzla kreple-niya steklopaketa k okonnoj rame pri vozdeystvii izbytochnogo davleniya vzryva [Tekst] / A. S. Mikanovich // Nauchn. zhurn. «Vestn. Komand.-inzhen. in-ta MCHS Resp. Belarus'». – 2011. – №2 (14). – S. 105–119.

12. Timoshenko, S.P. Plastinki i оболочки / S.P. Timoshenko, S. Vojnovskij-Kriger. – M.: Izd-vo «Наука», 1966. – 636 с.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.109-119>

УДК 614.8 (479.24)

**Миргуламлы Ф.О., канд. техн. наук Смиловенко О.О.**

## **Анализ опасностей и рисков на территории Азербайджанской Республики**

*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

Рассмотрена актуальная проблема безопасности людей в чрезвычайных ситуациях, которая должна обеспечиваться снижением вероятности возникновения и уменьшением возможных масштабов природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. При этом система защиты формируется на основе анализа вероятности возникновения, прогнозирования характера, масштаба и времени существования чрезвычайной ситуации, оценки возможных факторов риска, интенсивности проявления опасных факторов чрезвычайных ситуаций.

*Ключевые слова:* чрезвычайные происшествия природного и техногенного характера, опасность, риск, управление риском, обеспечение безопасности, защита населения и территорий

**F.O.Mirgulamly, Ph.D. (Tech.) O.O.Smilovenko**

## **Analysis of hazards and risks on the territory of the Republic of Azerbaijan**

*The State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk*

The article considers the current problem of human safety in emergency situations, which should be ensured by reducing the probability of occurrence and reducing the possible scale of natural and man-made emergencies. The protection system is formed on the basis of analysis of the probability of occurrence, prediction of the nature of situation, scale and time of the emergency, an assessment of possible risk factors, and the intensity of the occurrence of dangerous emergency factors.

*Keywords:* emergencies of natural and man-made character, danger, risk, management of risk, safety, protection of the population and territories.

### **Введение**

Число природных и техногенных катастроф на Земле во второй половине 20-го века нарастало лавинообразно, увеличивалась и их разрушительная сила. В последнее десятилетие в мире наблюдается устойчивый рост количества жертв

и размера материального ущерба, вызванных чрезвычайными ситуациями (далее – ЧС) как природного, так и техногенного характера.

Проблема предотвращения и предупреждения техногенных катастроф и стихийных бедствий, смягчения и ликвидации их последствий

актуальна для любой страны мира. Бедствия природного и техногенного характера приводят к наиболее тяжелым последствиям на густонаселенных территориях. Наибольшие потери несут крупные города с высокой плотностью застройки, насыщенностью объектами промышленности, инженерной и транспортной инфраструктуры.

Одним из важнейших звеньев в системе управления безопасностью населения и территорий является анализ риска ЧС, выявление основных влияющих факторов и количественная оценка их вклада в интегральный риск.

Суть анализа риска состоит в построении всевозможных (не противоречащих законам природы) сценариев возникновения и развития аварий и обусловленных ими ЧС, а также в оценке частот и масштабов реализации каждого из построенных сценариев на конкретном объекте. Фактически любые объекты техногенной сферы (оборудование, автомобили, электростанции, шахты, мосты, здания и т.д.) опасны для населения, потому что их массоэнергетические характеристики превышают подобные данные человека и могут подавлять его жизнедеятельность при отказах, авариях, пожарах или катаклизмах, включая климатические и географические возмущения.

Под обобщенной оценкой риска ЧС понимается выявление и идентификация опасностей различного происхождения, их количественных и качественных характеристик с целью защиты населения от них, сокращения материального ущерба и других социально-экономических

потерь до приемлемого уровня. Наряду с численным, балльным и другими приемами оценки опасностей, наиболее распространенным является риск, который может быть выражен как частотой (количеством определенных происшествий в единицу времени), так и вероятностью определенного происшествия.

Проблема защиты населения и территорий от ЧС всех видов является глобальной проблемой и, несомненно, относится к сфере национальной безопасности каждого государства. Успешно решать задачи по обеспечению безопасности жизнедеятельности людей в современных условиях можно только посредством проведения целого комплекса мероприятий по предупреждению и устранению последствий ЧС, для чего необходимо знать причины возникновения, движущие силы, характер и стадии их развития, изучать природу опасных явлений, заблаговременно готовиться к возможным угрозам, предотвращая или ослабляя их последствия.

Оценка риска предусматривает процедуру количественного определения риска. Управление риском устанавливает совокупность мероприятий, направленных на предупреждение, устранение причин или снижение последствий опасностей, т.е. практическая деятельность, направленная на снижение риска.

### **Основная часть**

Азербайджан расположен в Восточном Закавказье. Его территория простирается от Главного Кавказского хребта до гор Малого Кавказа и Талыша. На севере Азер-

байджан граничит с Дагестаном, на западе – с Арменией и Грузией. На востоке Азербайджан примыкает к Каспийскому морю. Столица Азербайджана – Баку.

Азербайджан по площади самый крупный из Закавказских республик. Его площадь – около 86,6 тыс. кв. км, население – 6303 тыс. человек.

Природные условия Азербайджана очень разнообразны: от теплых и влажных субтропиков Ленкоранской низменности и Талыша до снежных высокогорий Большого Кавказа. Многочисленные реки обладают значительными энергетическими ресурсами, что создает благоприятные условия для строительства гидроэлектростанций с водохранилищами и системами искусственного орошения.

Недра Азербайджана содержат ценные полезные ископаемые: нефть и газ, алуниты, полиметаллы, медную руду, золото, молибден и другие. В республике также имеется разнообразное сырье для производства стройматериалов: мрамор, каолин, туф, доломит, глина.

Азербайджан – индустриальная страна с высокоразвитой промышленностью и механизированным многоотраслевым сельским хозяйством. Важнейшее место в хозяйстве Азербайджана занимает нефтегазопроводная, нефтеперерабатывающая, химическая, машиностроительная, горнорудная промышленность и цветная металлургия. Разнообразны отрасли пищевой и легкой индустрии. Сельское хозяйство специализируется в основном на виноградарстве, садоводстве, табаководстве, овощеводстве, животноводстве

и шелководстве. В общем объеме валового общественного продукта республики 2/3 приходится на долю промышленности, 1/6 – на сельское хозяйство, 1/10 – на строительство, остальную часть составляют торговля и другие непроизводственные отрасли.

ЧС на территории Азербайджана подразделяются на ЧС мирного времени и ЧС военного времени.

По причинам возникновения ЧС мирного времени могут быть: природного; техногенного; биологического; экологического; социального характера.

ЧС природного характера, наиболее характерные для республики, – это землетрясения (геофизические ЧС); ураганы, бури; ливневые дожди; град в особо крупных размерах (метеорологические ЧС); наводнение, повышение уровня воды, разлив водоемов; повышение уровня подпочвенных вод – затопления (гидрологические ЧС); сели; оползни; земляные обвалы (геологические ЧС) [1].

### Примеры характерных ЧС

Землетрясение – это подземные толчки и колебания поверхности Земли, возникающие в результате внезапного высвобождения энергии в земной коре и создающие сейсмические волны. На поверхности Земли землетрясения проявляются в виде вибраций, тряски, а также смещения грунта. Землетрясения сами по себе редко являются причиной гибели людей или животных. Как правило, основной причиной жертв землетрясений являются вторичные события: обрушения зданий, пожары, цунами. Значительно снизить послед-

ствия землетрясений можно за счет улучшения конструкций зданий, а также совершенствования систем раннего оповещения и эвакуации населения.

Территория Азербайджана отличается высокой сейсмической активностью. Известны сильные и катастрофические землетрясения с магнитудой  $M \geq 6$ : Восточно-Кавказское (1668 г.), Маштагинское (1842 г.), многочисленные Шамахинские землетрясения, Каспийские землетрясения (1812, 1842, 1852, 1911, 1935, 1961, 1963, 1986, 1989, 2000) и другие.

С момента создания в 1999 году мировым сейсмологическим сообществом современной Карты глобальной сейсмической опасности (Global Seismic Hazard Assessment Program – GSHAP), в Азербайджане проведены исследования в области геодинамики и расширения сейсмической сети. Республиканским Центром

Сейсмологической службы Азербайджана в 2001 году создана сейсмическая сеть, состоящая из 14 цифровых сейсмических станций «Kinometrics» [2].

Наводнение – затопление местности в результате подъема уровня воды в реках, озерах, морях из-за дождей, бурного таяния снегов, ветрового нагона воды на побережье и других причин, которое наносит урон здоровью людей и даже приводит к их гибели, а также причиняет материальный ущерб. Наводнения бывают: выдающиеся, которые охватывают целые речные бассейны, наносят большой материальный ущерб, затапливают населенные пункты и города, при этом возникает

необходимость в массовой эвакуации людей; катастрофические – полностью меняют жизненный уклад населения и приводят к огромным материальным потерям.

Продолжительные летние дожди приводят к тому, что реки разливаются, затопляя в нижнем течении всю долину. Прорыв плотин или водохранилищ возникает в случае, если водохранилище или плотина (в том числе естественные), находящаяся на водном объекте выше по течению, уже не могут сдерживать в силу каких-то обстоятельств (например, землетрясения) сильный напор воды. Причиной также может послужить сделанный по какой-то причине (наводнение на водохранилище, например) аварийный сброс воды через водохранилище в обход сооружения.

Порядка 2000 населенных пунктов в Азербайджане, где проживает свыше двух миллионов человек, подвержены риску наводнений и потопов. Последствия наводнений и потопов, произошедших в Азербайджане за последние несколько лет, превзошли все другие стихийные бедствия по нанесенному экономике страны ущербу.

Аранский экономический район может быть признан наиболее пострадавшим от наводнений и потопов регионом страны. В этом регионе более 700 населенных пунктов с населением свыше 1,5 миллиона человек находятся под постоянной угрозой наводнений и потопов. За последние 20 лет наводнения и потопы, произошедшие в 2003, 2006 и 2010 годах охватили обширные территории, экономике страны нане-



сен ущерб на сумму свыше одного миллиарда долларов.

В свою очередь, такие регионы, как Абшеронский экономический район, Горный Ширван и предгорные равнины Гянджа-Газахского экономического района, Гекчай, Тертер, Агдам, Физули и Гусар, включены в зоны умеренного урона, наносимого наводнениями и потопами. Около 200 населенных пунктов с населением более 400 тысяч человек в этих районах находятся под угрозой наводнений и потопов [3].

Оползень – отрыв и сползание масс горных пород вниз по склону под действием силы тяжести. Оползни возникают на склонах долин или речных берегов, в горах, на берегах морей. Наиболее часто оползни возникают на склонах, сложенных чередующимися водоупорными и водоносными породами. Причиной образования оползней является нарушение равновесия между сдвигающей силой тяжести и удерживающими силами. Оно вызывается: увеличением крутизны склона в результате подмыва водой; ослаблением прочности пород при выветривании или переувлажнении осадками и подземными водами; воздействием сейсмических толчков; строительной и хозяйственной деятельностью.

Оползневая активность, в целом, зафиксирована в 400 населенных пунктах. Значительная часть горной территории Азербайджана (которая составляет больше половины всей территории страны) – в зоне риска. Согласно официальным данным, в Азербайджане оползни ежегодно разрушают сотни домов и

наносят ущерб государству в размере 12–18 млн. долларов.

В настоящее время проводится широкомасштабное цифровое геоморфологическое изучение города Баку и составление карт с целью подготовки 3D-модели оползневых зон. Для этого сотрудники Института географии изучают зоны оползневой опасности в Баку. Несмотря на то, что на некоторых участках проведены работы по укреплению, опасность оползня все еще остается [4].

ЧС техногенного характера: внезапное обрушение зданий; аварии на химически опасных объектах; аварии на водном транспорте; крупные автомобильные аварии; авиационные катастрофы; столкновение или сход с рельсов железнодорожных составов; аварии на водных коммуникациях; аварии на трубопроводах, вызвавшие массовый выброс транспортируемых веществ и загрязнение в непосредственной близости от населенных пунктов; аварии на электросистемах; аварии на очистных сооружениях; прорыв плотин, дамб; пожары, в том числе возникающие в результате взрывов на пожароопасных объектах.

Статистика свидетельствует, что в системе нефтедобычи и нефтепереработки Республики Азербайджан основное количество пожаров происходит: на насосных нефтепроводах – 10 %, на нефтепромыслах – 14 %, на НПЗ – 27,7 %, а на распределительных нефтебазах зафиксирована наибольшая доля пожаров – 48,3 %. На наземных резервуарах произошло 93,3 % пожаров и аварий из общего их числа.

По виду хранимых продуктов эти пожары распределились следующим образом: 32,4 % – на резервуарах с сырой нефтью; 53,8 % – на резервуарах с бензином; 13,8 % – на резервуарах с другими видами нефтепродуктов (мазут, керосин, дизельное топливо, масло и другие) [5].

В настоящее время разработана карта экологических рисков, впер-

вые созданная в Азербайджане на основе многопараметрических данных (рисунок 1). Были выявлены источники экологической опасности по всей территории страны, включая наводнения, оползни, демографические и техногенные нагрузки, загрязнение поверхностных и подземных вод, нарушение уровня Каспийского моря и землетрясения.



Рисунок 1. – Карта экологических рисков

Анализ карты показывает, что 37,2 % территории республики – это зоны с очень слабым экологическим риском; 19,8 % – со слабым; 23,9 % – со средним; 12,4 % – с высоким и 6,8 % – с очень высоким. Карта экологических рисков Азербайджана может сыграть важную роль в реализации инфраструктурных проектов, строительстве, градостроительстве и страховании [6].

Цель состоит в том, чтобы снизить риск от недопустимого уровня до, по меньшей мере, приемлемого значения. Этот принцип оказывает определяющее влияние на способ, которым мы будем разрабатывать систему безопасности.

Концепция приемлемого риска иллюстрируется диаграммой, показывающей то, что известно как принцип ALARP (рисунок 2).

Принцип ALARP (сокращение английского термина «AsLowAsReasonablyPracticable», т.е. «Так низко, как это разумно на практике») признает, что существует три широких категории риска:

– пренебрежимый риск. Обычно он принимается большинством людей, так как они сталкиваются с ним в своей повседневной жизни;

– приемлемый риск. Мы предпочли бы не подвергаться такому риску, но он приемлем с учетом преимуществ, получаемых в резуль-

тате его принятия. Затраты в виде неудобств или денег сопоставляются с масштабом риска и принимается компромиссное решение;

– неприемлемый риск. Такой

уровень риска настолько высок, что мы не готовы принять его. В этой ситуации потери значительно перевешивают любые возможные преимущества.

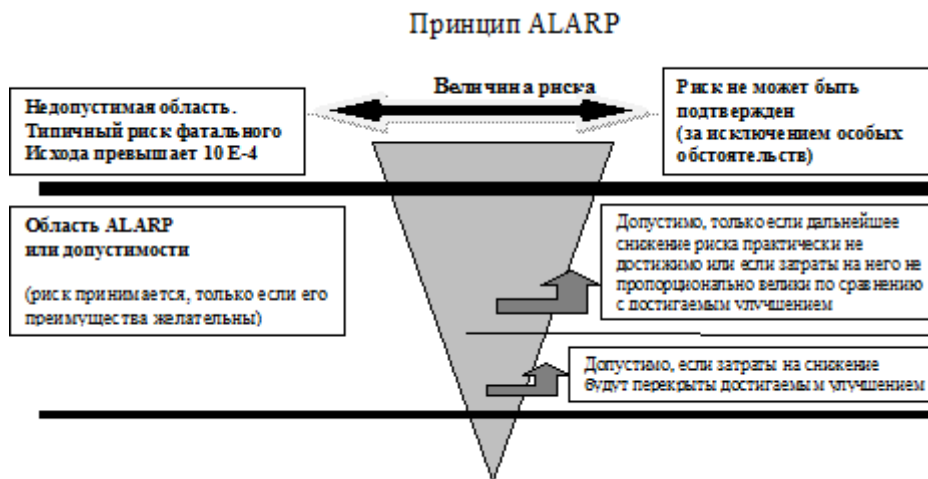


Рисунок 2. – Диаграмма, показывающая принцип ALARP

Доминик Купер предлагает располагать меры по снижению риска в порядке, определяемом начальными буквами слов AVOID (избегать), Substitute (заменять), Isolate (изолировать), Reduce (снижать), Protect (защищать) — ASIRP [7].

Этот порядок определяет необходимость следующих действий: устранить опасность полностью, чтобы избежать связанного с ней риска; изменить действия людей или технологический процесс так, чтобы он стал менее опасным; изолировать физически людей от опасности; найти такой режим работы системы, чтобы снизить риск до допустимого уровня; защитить людей от источников опасности.

Иерархия ASIRP означает, что прежде всего надо стремиться к тому, чтобы полностью ликвидировать опасность.

Если же это невозможно, то следует переходить к следующему по порядку действию. Часто на пер-

вое место ставятся защитные меры, которые в иерархии ASIRP стоят последними. Это приводит к увеличению затрат и отвлекает от принятия более радикальных мер.

В большинстве стран мирового сообщества в настоящее время принята концепция «приемлемого риска», позволяющая использовать принцип «предвидеть и предупредить». Эта общепризнанная концепция нашла отражение в четырех основных принципах [8].

Первый принцип – оправданность деятельности по управлению риском, которая должна согласовываться со стратегической целью управления риском, формулируемой как стремление к обеспечению материальных и духовных благ при обязательном условии: практическая деятельность не может быть оправдана, если выгода от этой деятельности в целом не превышает вызываемого ею ущерба.

Второй принцип – оптимизация защиты по критерию среднестатистической ожидаемой продолжительности предстоящей жизни в обществе. Оптимальным считается вариант сбалансированных затрат на продление жизни за счет снижения уровня риска и выгоды, получаемой от хозяйственной деятельности.

Третий принцип – необходимость учета всего спектра существующих опасностей; вся информация о принимаемых решениях по управлению риском должна быть доступна широким слоям населения.

Четвертый принцип – учет требований о непревышении предельно допустимых экологических нагрузок на экосистемы. По существу, он состоит в том, что обеспечение безопасности человека, живущего сегодня, следует достигать путем реализации таких решений, которые не подвергают риску способность природы обеспечить безопасность и потребности человека будущего поколения.

В соответствии с изложенными принципами может быть сформулирована общая методология анализа риска, направленная на оценку уровня опасности для населения и окружающей среды.

### **Обеспечение безопасности населения**

#### **в Азербайджанской Республике**

Анализ проблемы обеспечения безопасности населения в Азербайджанской Республике в целом при ЧС показывает, что она является многогранной, включает в себя различные по своей основе и содержанию составляющие: это мониторинг опасностей природного и техноген-

ного характера; управление рисками катастроф природного и техногенного характера; прогноз возможных последствий катастроф; комплекс превентивных мероприятий по снижению вероятности возникновения ЧС и масштабов возможного ущерба при их возникновении, а также организацию проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (далее – АСДНР) в указанных направлениях [9].

Для эффективного планирования применения необходимо решать комплекс взаимосвязанных научно-технических задач: оценка риска возникновения ЧС в заданном регионе; оперативная оценка последствий ЧС; прогноз последствий ЧС и определение объемов АСДНР; заблаговременное определение состава и численности сил и средств, используемых при ликвидации последствий ЧС и другие. Успешное решение каждой из перечисленных задач в той или иной степени влияет на эффективность системы обеспечения безопасности населения и инфраструктуры региона.

Механизмом практической реализации основных положений государственной политики в области предупреждения ЧС, уменьшения их последствий и стратегии управления рисками в Азербайджанской Республике является разработанная еще в 1999 году МЧС РФ и Российской академией наук федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчения последствий ЧС природного и техногенного характера». Укажем ее основные особенности и систему применения в исследуемых районах [10].

Для достижения поставленной цели в районах используют разработанную на первом (2000–2002 гг.), втором (2002–2005 гг.) и последующих этапах вплоть до 2015 года систему мероприятий и рекомендаций. В районах решаются и частично решены следующие основные задачи и получены неплохие результаты:

- усовершенствованы и развиваются федеральные, региональные и ведомственные системы мониторинга и прогнозирования катастроф и стихийных бедствий (далее – СБ);

- разработаны концепции устойчивого развития, приемлемого и оправданного рисков применительно к катастрофам и СБ;

- предложены социально приемлемые критерии природной и техногенной безопасности;

- составлен методический аппарат анализа и усовершенствованы методы и методики оценки рисков;

- подготовлена, совершенствуется нормативно-правовая и методическая база для нормирования допустимых рисков и последующего перехода Азербайджанской Республики к международным нормам приемлемого риска;

- определены современные информационные технологии мониторинга и прогнозирования катастроф и СБ;

- установлена технология зонирования территории Азербайджанской Республики по величине показателя риска и построены карты комплексного риска;

- проведена экспертная оценка степени опасности ЧС в различных субъектах Азербайджанской Республики;

- выполнены расчеты величины комплексного риска от ЧС природного и техногенного характера для городов и территорий Азербайджанской Республики;

- построены фрагменты карты комплексного индивидуального риска для населения и территорий Азербайджанской Республики;

- подготовлены предложения по организации государственного регулирования рисков ЧС.

### Заключение

Развитие новых технологий, увеличение объемов промышленного и сельскохозяйственного производства, расширение сети транспортных систем и систем передачи энергии и энергоносителей сопровождаются рядом негативных последствий. Все чаще возникают ЧС, аварии и катастрофы, характеризующиеся значительными материальными, социальными и экологическими последствиями. При этом, как показали события последних десятилетий, реализуются считавшиеся ранее весьма маловероятными крупные аварии и катастрофы на таких объектах с высоким риском, как атомные электростанции, химические комбинаты, нефте- и газопроводы и т.п.

Таким образом, общество на современном этапе все в большей мере сталкивается с проблемами обеспечения безопасности и защиты человека и окружающей среды.

До недавнего времени в основу концепции безопасности был положен принцип «нулевого риска». Как показывает практика, такая концепция неадекватна законам техносферы. Эти законы имеют вероятност-

ный характер, возможность аварий и катастроф всегда существует. Нулевая вероятность аварии достигается лишь в системах, лишенных запасенной энергией, химически и биологически активных компонентов. Исходя из этого, в большинстве стран мирового сообщества в настоящее время принята концепция «приемлемого риска», позволяющая использовать принцип «предвидеть и предупредить».

Установлено, что безопасность людей в ЧС должна обеспечиваться в первую очередь снижением вероятности возникновения и уменьшением возможных масштабов источников природных и техногенных ЧС. При этом система защиты формируется на основе анализа вероятности возникновения, прогнозирования характера, масштаба и времени существования ЧС, оценки возможных факторов риска, проявления опасных факторов источников ЧС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Обеспечение безопасности жизнедеятельности «Гражданская оборона». План-конспект для проведения занятий со студентами Азербайджанского Государственного Экономического Университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://http://unec.edu.az/application/uploads/2015/02/mulki\\_rus03032016.pdf](https://http://unec.edu.az/application/uploads/2015/02/mulki_rus03032016.pdf). – Дата доступа: 20.03.2021.
2. Сейсмичность Азербайджана. Институт Геологии и Геофизики Национальной Академии Наук Азербайджана. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gia.az/view.php?lang=ru&menu=45&id=575>. – Дата доступа: 28.03.2021.
3. В каких районах Азербайджана есть вероятность наводнений? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.trend.az/azerbaijan/society/3011827.html>. – Дата доступа: 28.04.20121.
4. Опасные зоны в Баку. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.day.az/society/600914.html>. Дата доступа: 28.04.20121.
5. Розенштейн, И.М. Аварии и надежность стальных резервуаров / И.М. Розенштейн – М.: Недра, 1995. – 253 с.
6. Составлена карта экологических рисков Азербайджана. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://azertag.az/ru/xeber/karta-ekologicheskikh-riskov-Azerbaidzhana-1412147>. Дата доступа: 28.04.20121.
7. Макдональд, Д.Р. Промышленная безопасность, оценка риска / Д.Р. Макдональд. – Москва: Группа ИДТ, 2007. – 409 с.
8. Измалков, В.И. Безопасность и риск при техногенных воздействиях / В.И. Измалков, А.В. Измалков. – М.; СПб., 1994. – 269 с. – Ч. 1, 2.
9. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учеб. пособ. / В.А. Акимов [и др.]. – М.: Высш. шк., 2007.
10. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ в редакции от 07.05.2009 № 84-ФЗ.

## REFERENCES

1. Obespechenie bezopasno-sti zhiznedeyatel'nosti «Grazhdan-skaya oborona». Plan-konspekt dlya provedeniya zanyatij so studentami Azerbajdzhanskogo Gosudarstvenno-go Ekonomicheskogo Universiteta [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [https://http://unec.edu.az/application/uploads/2015/02/mulki\\_rus03032016.pdf](https://http://unec.edu.az/application/uploads/2015/02/mulki_rus03032016.pdf). – Data dostupa: 20.03.2021.
2. Sejsmichnost' Azerbajdzhana. Institut Geologii i Geofiziki Nacional'noj Akademii Nauk Azerbajdzhana. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.gia.az/view.php?lang=ru&menu=45&id=575>. – Data dostupa: 28.03.2021.
3. V kakih rajonah Azerbajdzhana est' veroyatnost' navodnenij? [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.trend.az/azerbaijan/society/3011827.html>. – Data dostupa: 28.04.20121.
4. Opasnye zony v Baku. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://news.day.az/society/600914.html>. Data dostupa: 28.04.20121.
5. Rozenshtejn, I.M. Avarii i nadezhnost' stal'nyh rezervuarov. – M.: Nedra, 1995. – 253 s.
6. Sostavlena karta ekologicheskikh riskov Azerbajdzhana. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [https://azertag.az/ru/xeber/\\_karta\\_ekologicheskikh\\_riskov\\_Azerbajdzhana\\_1412147](https://azertag.az/ru/xeber/_karta_ekologicheskikh_riskov_Azerbajdzhana_1412147). Data dostupa: 28.04.20121.
7. Makdonal'd. D.R. Promyshlennaya bezopasnost', oценка riska. – Moskva: Gruppya IDT, 2007. – 409 s.
8. Izmalkov V.I., Izmalkov A.V. Bezopasnost' i risk pri tekhnogen-nyh vozdejstviyah. CH. 1, 2. M.; SPb., 1994. 269 s.
9. Akimov V.A. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah prirodno-go tekhnogenno-go haraktera: Ucheb.posob./ V.A. Akimov, YU.L. Vo-rob'yov, M.P. Faleev i dr. – M.: Vyssh. shk., 2007.
10. «O zashchite naseleniya i territorij ot chrezvychajnyh situacij prirodno-go i tekhnogenno-go haraktera» ot 21.12.1994 g. № 68-FZ v redakcii ot 07.05.2009 № 84-FZ.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.120-126>

УДК [614.841.332:692.49]:691.615.1

**Давыдик М.А., канд. тех. наук, доц. Бирюк В.А., Мысливчик А.З.**

**Методы испытаний на огнестойкость светопрозрачных ограждающих конструкций на основе листового стекла**

*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

Рассмотрены основные типы светопрозрачных фасадных конструкций, предел огнестойкости и предельные состояния для определенных видов светопрозрачной конструкции. Рассмотрены расчетные и экспериментальные методы определения огнестойкости, а также определение огнестойкости сложной светопрозрачной конструкции при проведении натурных испытаний.

*Ключевые слова:* пожар, светопрозрачная конструкция, предел огнестойкости, предельное состояние

**M.A. Davydzik., Ph.D. (Tech.) V.A. Biruk., A.Z. Mysliuchyuk**

**Methods of testing of fire resistance of translucent barrier structures made of sheet glass**

*The state educational establishment «University of civil protection of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus», Minsk*

The main types of translucent barrier structures, the fire resistance limit and limit states for certain types of translucent structures are considered. Computational and experimental methods for determining fire resistance, as well as determining the fire resistance of a complex translucent structure during tests are considered.

*Keywords:* fire, translucent structure, fire resistance limit, limit state

**Введение**

В последние годы в Республике Беларусь и во всем мире активно развивается строительство высотных зданий, в большинстве своем выполненных с частичным или сплошным остеклением фасадов.

Современные технологии изготовления фасадных систем на основе стекла и алюминия способны удовлетворить практически любые запросы современной архитектуры.

Примером таких объектов в г. Минске могут служить здание Банка развития Республики Беларусь (пр. Машерова, 35), бизнес-центр «Роял Плаза» (пр. Победителей, 7а), жилой комплекс «Парус» (ул. Кальварийская, 16), а также запроектированные к строительству комплексы «Мир-Минск» и ряд других объектов.





Рисунок 1. – Проекты зданий с применением светопрозрачных фасадных конструкций: а) Минск-Мир; б) Газпром-Центр

Как правило, светопрозрачный фасад здания одновременно выполняет функции ограждающих наружных стен, обеспечивающих и теплоизоляцию здания, и является внешним видом здания, формирующим архитектурный облик города. Фасад воспринимает воздействия внешних факторов (дождь, ветер, температура окружающей среды), а также в случае возникновения внутреннего пожара должен обеспечить его нераспространение с наружной стороны здания.

При разрушении оконного заполнения происходит дополнительное поступление кислорода к очагу пожара, что увеличивает скорость выгорания горючей нагрузки, при этом продукты термического разложения, не сгоревшие в объеме помещения, выбрасываются через оконные проемы. Уносимые конвективными и ветровыми потоками не сгоревшие частицы догорают снаружи здания, создавая мощное температурное воздействие, формируемое вдоль плоскости фасада. Это становится причиной разрушения светопрозрачного заполнения на вышерасположенном этаже и перехода пожара на верхние этажи. Два пожара, расположенные один над

другим, взаимно усиливают друг друга, создавая еще более мощные температурные поля вдоль плоскости фасада, развитие пожара по фасаду здания приобретает прогрессирующий характер с вовлечением в него помещений, расположенных по горизонтали.

#### **Основная часть**

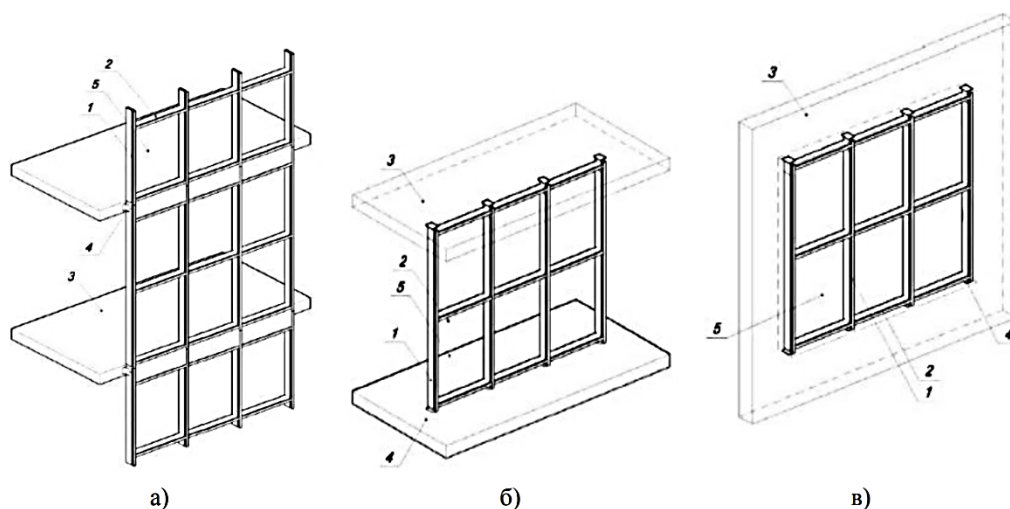
#### ***Основные типы светопрозрачных фасадов и предельные состояния светопрозрачных конструкций***

Ограничение распространения пожара в здании достигается комплексом мер, включающих в себя требования, касающиеся огнестойкости и пожарной безопасности строительных конструкций, а также требования к объемно-планировочным решениям и конструктивному исполнению пожарных отсеков, лестничных клеток и путей эвакуации [1].

Существует два основных способа устройства светопрозрачных фасадов зданий [2]: первый способ предполагает навешивание светопрозрачных конструкций на отnose от каркаса здания и крепление к плитам перекрытия (рисунок 2, а), второй – встраивание светопрозрач-

ной конструкции между перекрытиями, от пола одного этажа до плиты перекрытия следующего (рису-

нок 2, б), либо встраивание конструкции в стеновой проем (рисунок 2, в).



а) навесная; б) встраиваемая в перекрытии; в) встраиваемая в стене  
1 – стойка; 2 – ригель; 3 – каркас здания; 4 – кронштейн крепления; 5 – заполнение  
Рисунок 2. – Типы светопрозрачных фасадных конструкций:

Согласно [3] устанавливается предел огнестойкости по всем предельным состояниям для данного вида светопрозрачной конструкции:

1. Предельное состояние по критерию R (несущая способность). Считают, что образец стекла достиг предельного состояния по критерию R, если наступил хотя бы один из следующих признаков: 1) разрушение или выпадение стекла из испытательной рамы; 2) достижение предельной величины прогиба по ГОСТ 30247.1; 3) достижение предельной скорости увеличения прогиба по ГОСТ 30247.1.

2. Предельное состояние по критерию E (целостность). Считают, что образец стекла достиг предельного состояния по критерию E, если наступил хотя бы один из следующих признаков: 1) выпадение стекла из испытательной рамы; 2) появление на неподвергаемой огневому воздействию стороне стекла устой-

чивого пламени в течение 10 с и более.

3. Предельное состояние по критерию I (изоляция). Считают, что образец стекла достиг предельного состояния по критерию I, если наступил хотя бы один из следующих признаков: 1) повышение средней температуры неподвергаемой огневому воздействию поверхности стекла более чем на 140 °С по сравнению с ее начальной средней температурой; 2) повышение температуры в любой точке неподвергаемой огневому воздействию поверхности стекла более чем на 180 °С по сравнению с ее начальной средней температурой.

Огнестойкость светопрозрачной конструкции заключается в ее способности сохранять несущие и ограждающие функции в условиях пожара. В общем случае эта оценка заключается в определении промежутка времени от начала огневого

воздействия по стандартному температурному режиму до наступления одного из нормируемых для рассматриваемой конструкции предельных состояний по огнестойкости, перечисленных выше.

***Методы определения огнестойкости светопрозрачной ограждающей конструкции***

Существуют расчетные и экспериментальные методы определения огнестойкости.

Авторами [4] предложен метод расчета огнестойкости однослойного стеклопакета, в основе которого лежит зависимость предела огнестойкости по критерию достижения критических напряжений в панели, приводящих к ее разрушению от критической температуры при разной интенсивности радиационного теплового потока, поступающего на поверхность панели для алюминиевого, пластикового и деревянного оконного профиля.

Определение огнестойкости сложной светопрозрачной конструкции возможно только при проведении натуральных испытаний, однако и в этом случае методика носит индивидуальный характер и зависит от целого ряда факторов (тип конструкции, площадь остекления, толщина стекла, внешнее воздействие и другие).

В настоящий момент подготовлен проект международного стан-

дарта ГОСТ «Конструкции строительные. Светопрозрачные ограждающие конструкции и заполнения проемов», в котором устанавливаются требования к методам испытаний:

- на огнестойкость наружных ненесущих стен междуэтажного заполнения со светопропускающими элементами;

- на огнестойкость перегородок со светопропускающими элементами площадью 5 % и более от общей площади конструкции;

- на огнестойкость конструкций заполнений проемов в противопожарных преградах: окон, а также дверей, ворот, люков со светопропускающими элементами площадью более 25 % от площади проемов в свету;

- на огнестойкость конструкции покрытий и перекрытий, если к ним предъявляются требования по огнестойкости;

- на пожаростойкость стекла и изделий из него.

При испытаниях образцов светопрозрачных ограждающих конструкций и заполнений проемов определяют предельные состояния, описанные выше (R, E, I).

Примеры проведения натуральных испытаний светопрозрачных конструкций приведены на рисунках 3 и 4.



а)



б)

Рисунок 3. – Пример одноэтажного светопрозрачного фасада в начале (а) и в конце (б) испытаний

Стендовое оборудование для испытаний образцов стекол на пожаростойкость включает в себя:

- испытательную установку (печь) с системой подачи и сжигания топлива, обеспечивающую возможность теплового воздействия на образцы стекол с одной стороны;

- ограждающую конструкцию с монтажным приспособлением (рамой) для установки и крепления образцов;

- систему измерения и регистрации температуры, плотности потока теплового излучения, давления, включая оборудование для проведения фото- или видеосъемки.

Образцы устанавливают и закрепляют в проеме ограждающей конструкции с помощью монтажного приспособления. Для измерения температуры на необогреваемой поверхности образца устанавливаются

термопары. Термопары должны устанавливаться с использованием термостойкого клея. Каждую термопару закрывают накладкой из негорючего материала. Не допускается наличие клея между поверхностью образца и спаем термопары.

Испытания проводят до наступления одного из предельных показателей пожаростойкости стекла. Испытание может быть продолжено после наступления предельного показателя потеря теплоизолирующей способности (I) для выявления значения времени наступления предельного показателя потеря целостности (E). Если испытание заканчивается до наступления нормированных предельных показателей пожаростойкости, то причина окончания испытания должна быть указана в отчете.



а)



б)

Рисунок 4 – Пример многоэтажного светопрозрачного фасада до (а) и после (б) испытаний

В этом случае величиной пожаростойкости является время проведения испытания.

Результаты испытаний оценивают по времени достижения предельных показателей.

### **Заключение**

Натурное огневое испытание сложной светопрозрачной конструкции позволит установить характер развития пожара с внешней стороны здания, оценить воздействие пламени пожара, выходящего из горящего помещения, влияние внешнего конвективного потока на разрушение оконного заполнения вышерасположенного этажа, а также вовлечение в пожар горючей нагрузки, расположенной на вышележащем этаже.

Таким образом, использование предложенного метода позволяет определить истинные значения огнестойкости светопрозрачных ограж-

дающих конструкций и расширить области их применения для возведения высотных зданий с частичным или сплошным остеклением фасадов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. ТКП 45-3.02-108–2008 (02250) Высотные здания. Строительные нормы проектирования: технический кодекс установившейся практики [Электронный ресурс // Информационно-поисковая система «СтройДОК online»]. – Режим доступа : <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа : 04.09.2020.

2. ГОСТ 33079-2014. Конструкции фасадные светопрозрачные навесные. Классификация. Термины и определения: государственный стандарт [Электронный ресурс // Информационно-поисковая система «СтройДОК online»]. – Режим доступа : <https://normy.by/ips.php>. – Да-

та доступа : 04.09.2020.

3. ГОСТ 33000-2014. Стекло и изделия из него. Метод испытания на огнестойкость: межгосударственный стандарт [Электронный ресурс // Информационно-поисковая система «СтройДОК online»]. – Режим доступа : <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа : 04.09.2020.

4. Дмитриченко, А.С. Расчет предела огнестойкости однослойного стеклопакета / А.С. Дмитриченко, С.В. Здитовецкая, С.И. Мамедова // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 2. – С. 117–126.

5. Казиев, М.М. Разрушение светопрозрачных строительных конструкций при тепловом воздействии в условиях пожара [Текст] / М.М. Казиев, А.В. Подгрушный, А.В. Дудунов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2009. – № 2. – С. 5–10.

3. GOST 33000-2014. Steklo i izdeliya iz nego. Metod ispytaniya na ognestojkost': mezhgosudarstvennyj standart [Elektronnyj resurs // Informacionno-poiskovaya sistema «StrojDOK online»]. – Rezhim dostupa : <https://normy.by/ips.php>. – Data dostupa : 04.09.2020.

4. Dmitrichenko, A.S. Raschet predela ognestojkosti odnoslojnogo steklopaketa / A.S. Dmitrichenko, S.V. Zditoveckaya, S.I. Mamedova // Vestnik Universiteta grazhdanskoj zashchity MCHS Belarusi, T. 3, № 2, 2019. – S.117-126.

5. Kaziev, M.M. Razrushenie svetoprozrachnyh stroitel'nyh konstrukcij pri teplovom vozdejstvii v usloviyah pozhara [Tekst] / M.M. Kaziev, A.V. Podgrushnyj, A.V. Dudunov // Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie, likvidaciya. – 2009. – № 2. – S. 5–10.

## REFERENCES

1. ТКР 45-3.02-108–2008 (02250) Vysotnye zdaniya. Stroitel'nye normy proektirovaniya: tekhnicheskij kodeks ustanovivshejsya praktiki [Elektronnyj resurs // Informacionno-poiskovaya sistema «StrojDOK online»]. – Rezhim dostupa : <https://normy.by/ips.php>. – Data dostupa : 04.09.2020.

2. GOST 33079-2014. Konstrukcii fasadnye svetoprozrachnye navesnye. Klassifikaciya. Terminy i opredeleniya: gosudarstvennyj standart [Elektronnyj resurs // Informacionno-poiskovaya sistema «StrojDOK online»]. – Rezhim dostupa : <https://normy.by/ips.php>. – Data dostupa : 04.09.2020.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.127-132>

УДК 614.841.332691.6::519.852.61

**Давыдик М.А., канд. тех. наук, доц. Бирюк В.А.**

**Разработка составов огнестойких стекол с заданными термомеханическими свойствами с использованием симплекс-решетчатых планов Шеффе**

*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

Описана сущность метода симплекс-решетчатого проектирования Шеффе для построения регрессионной зависимости свойств от содержания компонентов. На примере серии составов силикатных стекол, построена диаграмма «состав-свойство» позволяющая установить оптимальные области составов с целью получения противопожарных стекол.

*Ключевые слова:* огнестойкие стекла, шихтовые составы, микротвердость, температурный коэффициент линейного расширения, термостойкость, симплекс-решетчатый план, оптимизация

**M.A.Davydzik, Ph.D. (Tech.) V.A.Biruk**

**Development of compositions of fire-resistant glasses with specified thermomechanical properties using simplex-lattice Scheffe plans**

*The state educational establishment «University of civil protection of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus», Minsk*

The essence of the Scheffe simplex-lattice design method for constructing of regression independence of properties on the content of components is described. Using the example of a series of compositions of silicate glasses, a "composition-property" diagram that allows to establish optimal areas of compositions in order to obtain fire-resistant glasses is constructed.

*Keywords:* fire-resistant glass, charge compositions, microhardness, temperature coefficient, heat resistance, simplex-lattice plan, optimization.

**Введение**

Темпы роста гражданского строительства неуклонно растут, при этом все чаще фасады зданий, главным образом повышенной этажности, выполняются из светопрозрачных конструкций. Пожары в высотных зданиях влекут распространение огня по всему фасаду здания, что

приводит к большим разрушительным последствиям.

Примерами таких пожаров являются пожары в Дубае в 2016, 2017 и 2020 гг., Лондоне в 2017 г., Ульсане в 2020 г., Далянь в 2021 г.

Стекло, обладая низкой устойчивостью к воздействию высоких температур пожара, разрушаясь, дает возможность выходу пожара на

фасад, что, в свою очередь, может повлечь распространение пожара на вышележащие этажи. Для решения этой проблемы применяют несколько способов: использование для ограждающих фасадных конструкций закаленных и армированных стекол, применение многослойных конструкций и наконец применение остекления, выполненного из специальных огнестойких стекол.

В последние годы в Республике Беларусь и во всем мире активно развивается строительство высотных зданий, в большинстве своем выполненных с частичным или сплошным остеклением фасадов, что ограничивает применение современных технологий пожаротушения и усложняет ведение боевых действий при тушении пожаров.

Вместе с тем в настоящий момент в нашей стране монолитные пожаростойкие (огнестойкие) стекла не выпускаются, однако на рынке представлена продукция мировых производителей («Purorape», компания AGC; «Vogrofloat», компания SCHOTT и другие).

Исследования в данной работе посвящены проблеме разработки составов огнестойких стекол, которая на сегодняшний день решается с переменным успехом. Основные сложности обусловлены необходимостью проведения большого объема экспериментальных исследований с использованием дорогостоящих (дефицитных) сырьевых компонентов.

Важным этапом работы является оптимизация области опытных составов стекол с целью обеспечения требуемого комплекса физико-химических свойств. Кроме этого, использование методов математиче-

ского планирования эксперимента позволит уменьшить объем экспериментальных работ при сохранении высокой достоверности и надежности результатов.

### Основная часть

Разработка шихтового состава для производства противопожарных стекол – трудоемкий и длительный процесс. Стекла заданных эксплуатационных параметров являются результатом оптимального сочетания многих компонентов. Чтобы определить влияние одного компонента на термомеханические свойства, необходимо совершить множество операций. При исследовании влияния нескольких компонентов количество опытов может сильно возрасти. Поэтому основной целью было разработать план эксперимента для изучения совместного влияния, оказываемого оксидом кремния, оксидом бора, оксидом алюминия, на такие свойства стекла, как температурный коэффициент линейного расширения, микротвердость и термостойкость при минимальном количестве опытов.

С целью оптимизации составов опытных стекол в данной работе был применен метод математического планирования эксперимента на диаграммах «состав-свойство» по симплекс-решетчатым планам Шеффе с построением полиномиальной модели третьего порядка (10 точек) [1].

Суть метода состоит в построении регрессионной зависимости свойств смеси от содержания компонентов. На начальном этапе необходимо выбирать параметры и фак-



торы оптимизации, задаться первоначальной структурой зависимости.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (1)$$

Далее составляется план эксперимента, при этом экспериментальные точки симплекс-решетчатого плана Шеффе представляют собой  $\{q, p\}$  решетку на симплексе, где  $q$  – число компонентов смеси,  $p$  – степень полинома. По каждому компоненту имеется  $(p + 1)$  одинаково расположенных уровней  $x_j = \frac{1}{p}, \frac{2}{p}, \dots, 1$  и используются все возможные комбинации с такими значениями концентраций компонентов.

Использование данного метода математического планирования позволяет с помощью небольшого числа опытов и несложных формул установить зависимость свойств стекол от их химического состава [2]. При этом экспериментальные точки представляют собой  $\{3,3\}$  решетку на трехмерном симплексе. Записав координаты точек симплексной решетки, получили матрицу планирования (таблица 1) для построения полинома третьей степени в трехкомпонентной системе.

Основными технологическими параметрами (функциями отклика) огнестойких стекол определены термический коэффициент линейного расширения (F1), микротвердость (F2) и термостойкость (F3). Состав варьируемой части определяют три компонента, мол. %:  $x$  – оксид кремния,  $y$  – оксид бора,  $z$  – оксид алюминия.

Для случая трех факторов исходный полином имеет следующий вид:

Симплекс-решетчатые планы Шеффе целесообразно использовать, когда экспериментально изучаемое свойство определяется одной фазой. В данной работе на такие параметры, как термический коэффициент линейного расширения, микротвердость и термостойкость основное влияние оказывали оксид кремния, оксид бора, оксид алюминия.

При разработке термостойкого стекла для достижения высоких термомеханических характеристик для всех модельных составов исследуемая область системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  включает, мол. %:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2-5;  $\text{B}_2\text{O}_3$  5-12,5;  $\text{SiO}_2$  70-85 – при постоянном содержании компонентов  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Следовательно, можем провести планирование эксперимента в частном сечении системы и оценить влияние компонентов  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  на свойства стекол. Область исследования представлена в виде равностороннего концентрационного треугольника. Положение экспериментальных точек составов опытных стекол представлено на рисунке 1.

Синтез стекол опытных составов осуществлялся на базе лаборатории высокотемпературных процессов кафедры технологии стекла и керамики Белорусского государственного технологического университета и включал несколько этапов: расчет шихтового состава, подготовка сырья и составление шихт; варка стекла в камерной газовой печи вы-

сокотемпературного синтеза; выработка и отжиг опытных стекол.

Полученные стекла подвергались исследованию термомеханических свойств: термостойкость (метод термоциклирования); микротвердость (метод по Виккерсу); механи-

ческая прочность (испытание на изгиб).

Матрица планирования эксперимента по плану Шеффе третьего порядка  $\{3,3\}$  приведена в таблице 1.

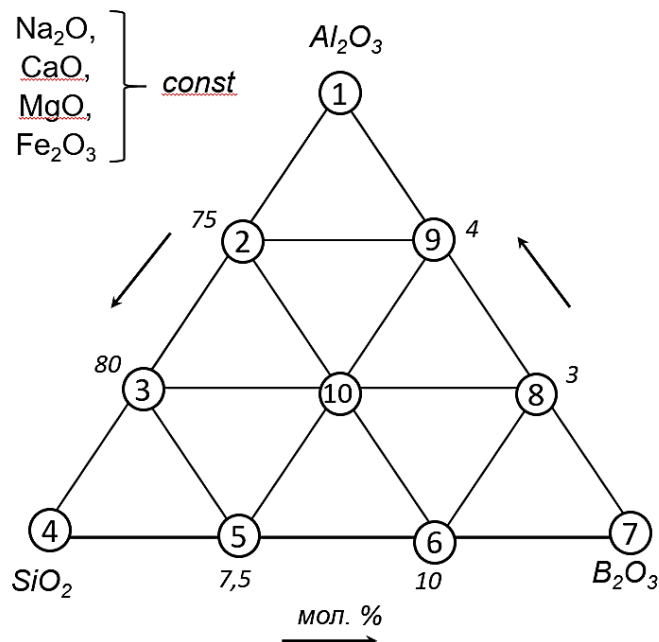


Рисунок 1. – Химические составы опытных стекол

Таблица 1. – Матрица планирования эксперимента по плану третьего порядка  $\{3,3\}$

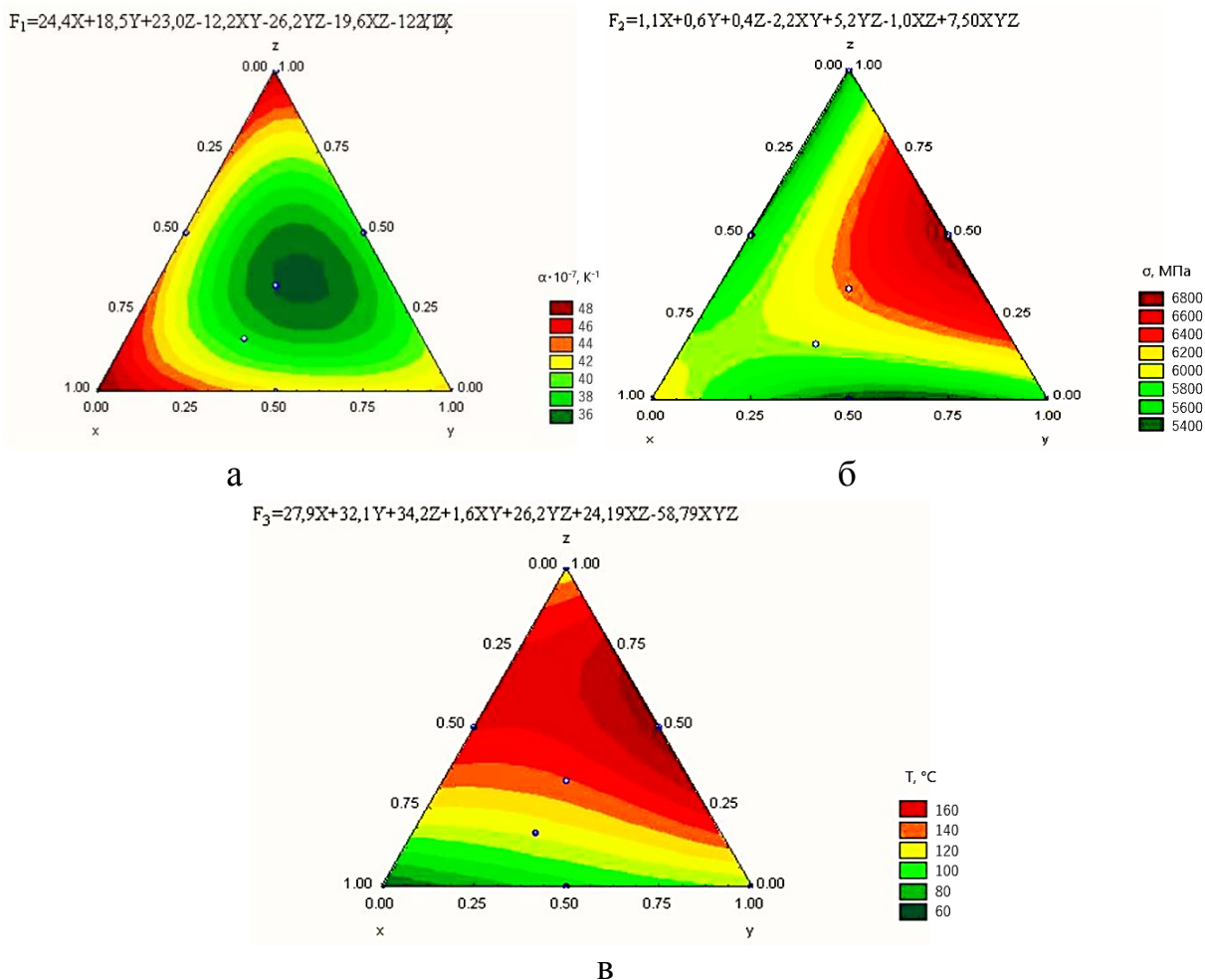
Номер состава	x	y	z	Функции отклика		
				ТКЛР, $\times 10^{-7}$ К $^{-1}$ (F1)	микротвердость, МПа (F2)	термостойкость, °С (F3)
1	0	0	1	38,4	6098	100
2	1/3	0	2/3	48,6	5745	88
3	2/3	0	1/3	49,3	5826	97
4	1	0	0	51,3	5720	85
5	2/3	1/3	0	48,6	5800	90
6	1/3	2/3	0	37,4	6250	130
7	0	1	0	35,2	6525	165
8	0	2/3	1/3	40,0	6312	135
9	0	1/3	2/3	42,3	6301	124
10	1/3	1/3	1/3	41,4	6115	110

Для определения области оптимальных составов керамической массы использовался автоматизированный метод математического пла-

нирования эксперимента с использованием программы STATISTICA, в которой реализуется графически ориентированный подход к анализу

экспериментальных данных [3].  
 Диаграммы характера изменения

свойств от состава стекол представлены на рисунке 2 а, б, в.



а) ТКЛР; б) микротвердость; в) термостойкость  
 Рисунок 2. – Диаграммы «состав-свойства» опытных стекол

На основании проведенного анализа расположения изолиний основных физико-химических свойств (ТКЛР, микротвердость и термостойкость) выбраны области составов стекол (3 точки) с оптимальными их значениями (составы 8–10). Это ряд составов тройной системы  $V_2O_3-Al_2O_3-SiO_2$  с постоянным содержанием  $Na_2O, CaO, MgO$  и  $Fe_2O_3$ .

Наилучшие показатели свойств, которые косвенно характеризуют способность стекла противостоять температурному воздействию, были установлены у образцов состава

№ 10. Так, максимальные значения микротвердости и термостойкости стекол данного состава составили 6480 МПа и 146 °С соответственно, а минимальный температурный коэффициент линейного расширения  $35,9 \times 10^{-7} K^{-1}$ .

Для определения конкретных значений огнестойкости опытных стекол необходимо из шихты оптимального состава изготовить стандартные образцы листового стекла и провести натурные испытания по СТБ EN 1363-1-2009.

### Заключение

Таким образом, используя современные программные пакеты, на основании предварительно составленного алгоритма и изменения уровня варьирования удалось значительно упростить процедуру нахождения диапазона областей составов, обеспечивающих наилучшие термомеханические свойства стекол по полученным уравнениям регрессии.

Планирование эксперимента с использованием метода симплекс-решетчатого планирования Шефе позволяет с достаточно высокой точностью и методической обоснованностью в ограниченный промежуток времени при минимальном объеме экспериментальных работ (10 составов опытных стекол) значительно сократить число опытов, при этом исследовать такие свойства стекла, как термический коэффициент линейного расширения, микротвердость и термостойкость, найти определенные закономерности и выделить области оптимальных шихтовых составов для получения огнестойких стекол.

Реализованные инструменты являются универсальными и могут применяться для проектирования множества составов не только стекол, но и керамики, бетонов, цементных сырьевых смесей, огнезащитных покрытий и т.д.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Зедгенидзе, И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем / И.Г. Зедгенидзе. – М.: Наука, 1976. – 390 с.

2. Ахназарова, С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии: учеб. пособие / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1978. – 319 с., ил.

3. Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе Statistica [Текст]: учебное пособие для вузов / В.П. Боровиков. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 288 с.

### REFERENCES

1. Zedgenidze, I.G. Planirovanie eksperimenta dlya issledovaniya mnogokomponentnyh sistem.–M.: Nauka, 1976.–390 s.

2. Ahnazarova, S. L. Optimizaciya eksperimenta v himii i himicheskoj tekhnologii: Ucheb. Posobie / S. L.Ahnazarova, V.V.Kafarov.– M.: Vysshaya shkola, 1978.– 319 s., il.

3. Borovikov, V.P. Populyarnoe vvedenie v sovremennyj analiz dannyh v sisteme Statistica [Tekst]: uchebnoe posobie dlya vuzov / V.P. Borovikov. – M.: Goryachaya liniya – Telekom, 2012. – 288 s.



## ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.133-138>

УДК 614.842.61

канд. техн. наук Журов М.М.\*, канд. техн. наук Миканович Д.С.\*,  
Лямцев И.В.\*\*

### **Повышение эффективности тушения порошковыми составами и снижение эксплуатационных затрат при использовании огнетушителей работниками МЧС**

*\*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

*\*\*Гомельский филиал государственного учреждения образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Гомель*

Разработана конструкция порошкового огнетушителя, работающая от аппарата сжатого воздуха. Проведены исследования параметров подачи огнетушащего порошкового состава с помощью огнетушителя, применяемого в МЧС Беларуси, и огнетушителя с модернизированной конструкцией. Установлено, что модернизированная конструкция огнетушителя обеспечивает увеличение дальности подачи и текучести порошка. Показана экономическая эффективность использования порошкового огнетушителя с модернизированной конструкцией за счет снижения эксплуатационных затрат при его использовании работниками МЧС.

*Ключевые слова:* порошковый огнетушитель, модернизированная конструкция, текучесть, дальность струи, эксплуатационные затраты, экономическая эффективность

**Ph.D. (Tech.) M.M. Zhurov\*, Ph.D. (Tech.) D.S. Mikanovich\*,  
I.V. Lyamtsev \*\***

### **Improving the efficiency of extinguishing with powder and reducing operating costs during using fire extinguishers by the firefighters**

*\* The state educational establishment «University of civil protection of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus», Minsk*

*\*\*Gomel branch of the state educational establishment «University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus», Gomel*

The design of a powder extinguisher that powered by a compressed air apparatus was developed. Investigations of the parameters of the supply of a fire-extinguishing powder and a fire extinguisher with a modernized design were carried out. It was found that the modernized design of the fire extinguisher provides an increase the distance of supply the powder. The economic efficiency of using a pow-

der extinguisher with a modernized design due to a decrease the operating costs is shown.

*Keywords: powder fire extinguisher, modernized design, fluidity, jet distance, operating costs, economic efficiency*

### Введение

При относительно редких пожарах в жилом фонде по причине неисправной электропроводки тушение с применением огнетушащих порошковых составов остается актуальным. В МЧС Республики Беларусь в комплектацию пожарных автоцистерн, автомобилей быстрого реагирования и аварийно-спасательных автомобилей входят два порошковых огнетушителя с массой заряда 10 кг. Общее количество применяемых огнетушителей составляет около 5000 шт.

Перезарядка и техническое обслуживание порошковых огнетушителей в подразделении МЧС требует значительных временных и трудовых затрат. Кроме того, баллон огнетуши-

теля под давлением является дополнительным источником опасности, а исходное высокое давление в баллоне приводит к нежелательному слеживанию огнетушащего порошка в процессе хранения.

Для решения этих проблем и улучшения параметров подачи огнетушащего порошка предлагается в качестве движущей силы огнетушащего порошка использовать воздух из устройства сжатого воздуха. Подразделения МЧС в качестве такого устройства могут применять аппарат для сжатого воздуха (далее – АСВ).

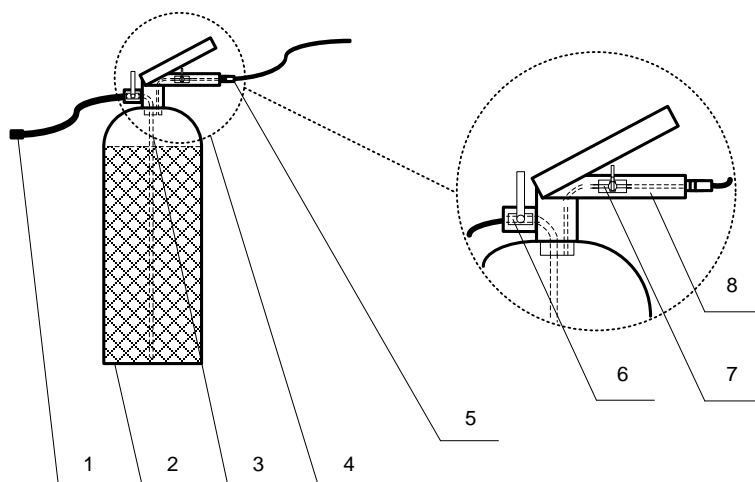
Нормируемые характеристики работы применяемых в МЧС порошковых огнетушителей ОП-10 представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Нормируемые характеристики работы порошкового огнетушителя ОП-10

Масса ОТВ, кг	Продолжительность подачи ОТВ (не менее), с	Длина струи ОТВ (не менее), м
10	15	4

Модернизированная конструкция устройства (рисунок 1) состоит из баллона для хранения огнетушащего вещества 2, шланга с насадкой-распылителем 1, сифонной трубки 3, запорно-пускового устройства 4 и быстросъемного соединения 5. Запорно-пусковое устройство 4 состоит из крана для прекращения подачи огнетушащего состава 6, пневмокрана 7 и ручки для переноски огнетушителя

с подвижным рычагом 8, опирающимся на толкатель пневмокрана 7. Переносная установка приводится в действие от АСВ, воздухопадающий шланг которого присоединяется через быстросъемное соединение 5. Пневмокран 7 может быть с обратным клапаном с целью исключения возможности поступления огнетушащего порошка в воздухопадающий шланг.



1 – шланг с насадкой-распылителем; 2 – баллон для хранения огнетушащего вещества; 3 – сифонная трубка; 4 – запорно-пусковое устройство; 5 – быстросъемное соединение; 6 – кран для прекращения подачи огнетушащего состава; 7 – пневмокран; 8 – ручка для переноски с подвижным рычагом

Рисунок 1. – Модернизированная конструкция устройства

Результаты исследований [1] показали, что за первые 3 секунды давление в стандартном порошковом огнетушителе ОП-10 падает более чем в два раза и составляет не более 7 атм

(рисунок 2). Следовательно, прерывание и возобновление подачи огнетушащего порошка в процессе тушения значительно снижают эффективность применения стандартного ОП-10.

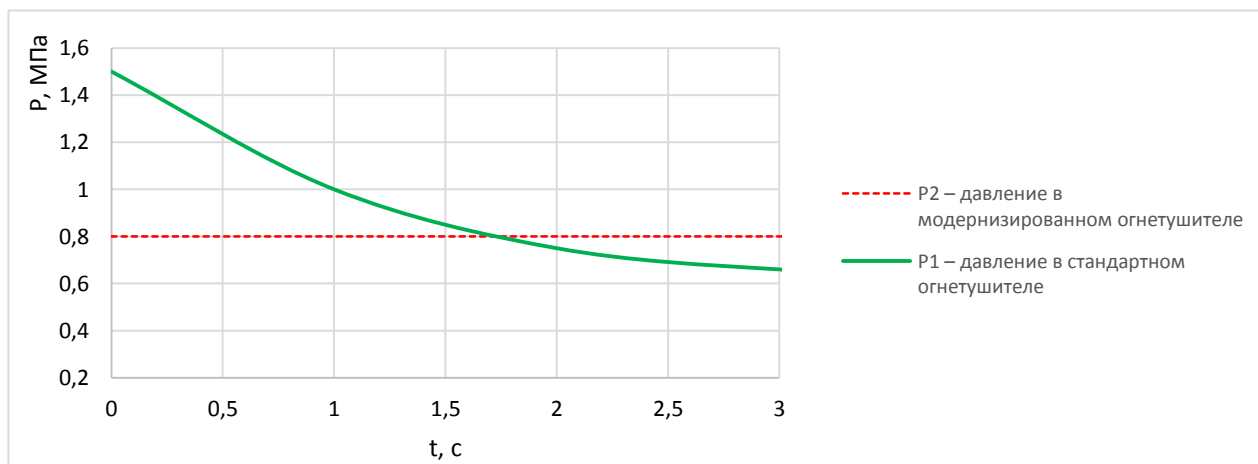


Рисунок 2. – Зависимость изменения рабочего давления в течение первых 3 секунд применения огнетушителя

Как видно из рисунка 2, эффективность работы модернизированного огнетушителя по параметру рабочего давления после второй секунды выше стандартного огнетушителя ОП-10. В модернизированном огнетушителе,

который работает от АСВ, рабочее давление в огнетушителе сохраняется на протяжении использования всего запаса огнетушащего порошка и составляет не менее 7,5 атм (рисунок 3).

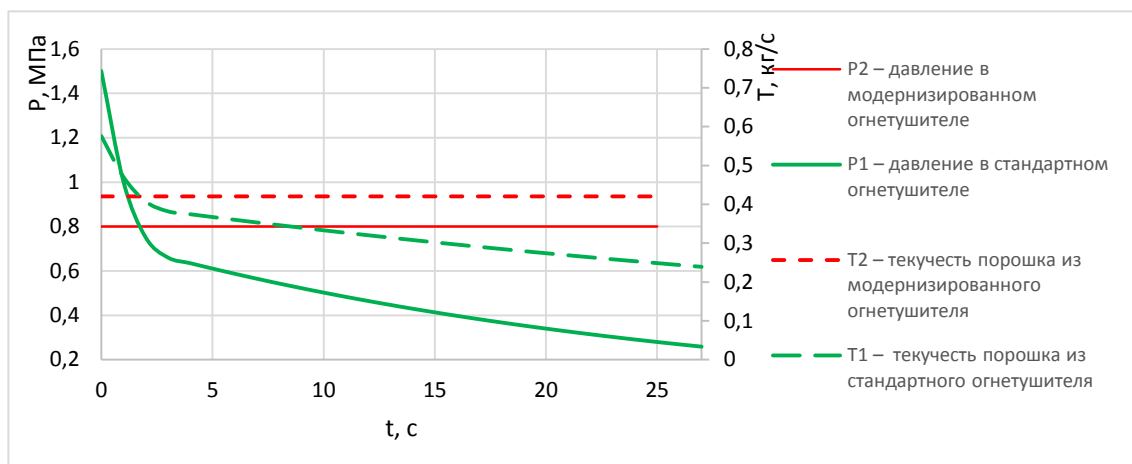


Рисунок 3. – Зависимости изменения рабочего давления и текущей порошка за время использования всего заряда огнетушителя

Для сравнительной оценки эффективности работы огнетушителей по параметру текущей порошка за время использования всего огнетушащего заряда получены их средние значения.

На основании проведенных исследований (рисунок 3) установлено, что средние значения текущей огнетушащего порошка из огнетушителя со стандартной и модернизированной

конструкцией составляют 0,33 кг/с и 0,42 кг/с соответственно. Следовательно, текущая огнетушащего порошка из модернизированного огнетушителя по сравнению со стандартным ОП-10 на 27 % больше.

Характеристики работы порошковых огнетушителей со стандартной и модернизированной конструкцией (баллон объемом 12,5 л) представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Характеристики работы порошковых огнетушителей

Конструкция огнетушителя	Масса ОТВ, кг	Продолжительность подачи ОТВ, с	Длина струи ОТВ, м
Стандартная	9,1	25	10
Модернизированная	10,9	27	10

Модернизированная конструкция порошкового огнетушителя позволяет использовать весь объем баллона огнетушителя для заполнения огнетушащим порошковым составом, исключив при этом необходимость наличия свободного объема баллона для закачки газа. Натурные испытания показали, что модернизированная конструкция огнетушителя позволяет эффективнее проводить тушение, поскольку увеличивает рабочее давление и, соответственно, дальность по-

дачи порошка на протяжении использования всего огнетушащего заряда.

Значение среднего рабочего давления в модернизированном огнетушителе больше на 0,28 МПа (рисунок 3). На основании этого можно сделать вывод об увеличении рабочего давления в модернизированном ОП-10 по сравнению со средним значением рабочего давления в стандартном на 48 %.

Манометр для контроля давления в баллоне модернизированного огне-



тушителя не требуется, так как АСВ оснащен собственным манометром. По его показаниям можно судить о наличии вторичного давления воздуха, подаваемого в баллон огнетушителя с целью вытеснения огнетушащего порошка.

Конструкция запорно-пускового устройства модернизированного огнетушителя имеет пневмокран, который в отличие от клапана стандартного огнетушителя не требует проведения технического обслуживания после каждого применения огнетушителя, так как огнетушащий порошок не проходит через него. С точки зрения эффективности применения модернизированный огнетушитель позволяет увеличить площадь тушения посредством улучшения параметров подачи огнетушащего порошка. Эксплуатация такого огнетушителя за счет отсутствия в нем давления в период хранения позволяет также снизить слеживаемость порошка и исключить возможность взрыва баллона.

Кроме того, эксплуатация предлагаемого устройства подачи огнетушащего порошка позволяет снизить экономические затраты посредством уменьшения затрат на перезарядку, которые включают в себя стоимость услуг на обслуживание специализированной организацией и транспортные и временные издержки на доставку к месту проведения обслуживания. И, несмотря на снижение денежных затрат в период эксплуатации при размещении запорных станций непосредственно в подразделениях [2], на первом этапе монтажа и подготовки к работе таких станций потребуются значительные затраты с учетом всех необходимых работ. Кроме того, целесообразно размещать такую

станцию на пожарную часть или даже на несколько пожарных частей в одном из подчиненных подразделений, расположенных недалеко друг от друга, что в конечном счете снова же приводит к дополнительным транспортным и временным издержкам.

Таким образом, применение в подразделениях МЧС устройства подачи огнетушащего порошка с модернизированной конструкцией позволит не только повысить эффективность тушения пожаров, но и сэкономить денежные средства при его использовании работниками подразделений МЧС.

### **Заключение**

Проведенные исследования показали, что модернизированная конструкция огнетушителя позволяет эффективнее проводить тушение, поскольку увеличивает рабочее давление и, соответственно, дальность подачи порошка на протяжении использования всего огнетушащего заряда. Кроме того, использование работниками МЧС модернизированного устройства подачи огнетушащих порошковых составов позволит снизить эксплуатационные издержки.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Журов, М.М. Устройство для подачи огнетушащего порошкового состава / М.М. Журов, Д.С. Миканович, М.Б. Рыжков // Вестн. Университета гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2021. – Т. 5, № 2. – С. 186–190.
2. Венескари, Т. Перспективы оснащения порошковыми огнетушителями и оборудованием для их перезарядки пожарно-спасательных подразделений МЧС России / Т. Венескари, С.В. Ильницкий // Надзорная деятельность и судебная экспертиза

в системе безопасности. – 2017. – № 2. – С. 27–33.

#### REFERENCES

1. ZHurov M.M., Mikanovich D.S., Ryzhkov M.B. Ustrojstvo dlya podachi ognetushashchego poroshkovogo sostava / ZHurov M.M., Mikanovich D.S., Ryzhkov M.B. // Vestn. Univer-siteta grazhd. zashchity MCHS Belarusi. – 2021. – Т. 5, № 2. – С. 186–190.

2. Veneskari, T. Perspektivy osnashcheniya poroshkovymi ognetushitelyami i oborudovaniem dlya ih pere-zaryadki pozharno-spasatel'nye pod-razdeleniya MCHS Rossii / T. Veneska-ri, S.V. Il'nickij // Nadzornaya deya-tel'nost' i sudebnaya ekspertiza v si-steme bezopasnosti. – 2017. – № 2. – С. 27–33.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.139-163>

УДК 629.017;656.5;69.057

**канд. техн. наук Кушляев В.Ф., канд. техн. наук, доц. Аграновский А.А.,  
Кушляев Д.В.**

**Транспортно-технологические машины для условий арктической зоны Российской Федерации**

*ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», Химки,  
Московская область*

*НТЦ АО «Машлес», Химки, Московская область*

Рассмотрены направления улучшения эксплуатационных свойств транспортно-технологических машин (ТТМ) для аварийно-спасательных и других неотложных работ в Арктической зоне Российской Федерации, проанализированы факторы, определяющие эксплуатационные свойства машины в условиях низких температур, предложены направления, решения, способы повышения эксплуатационных свойств машин при проектировании и эксплуатации. Представлены образцы машин, прошедшие испытания в условиях Крайнего Севера, Арктики.

*Ключевые слова:* транспортно-технологическая машина (ТТМ), транспортная система, Арктика, сочлененная аварийно-спасательная машина (АСМ), пожарно-спасательная машина (ПСМ), поисково-спасательная машина, модульный принцип компоновки машины, факторы, определяющие эксплуатационные свойства машины, повышения эксплуатационных свойств машины

**Ph.D. (Tech.) V.F. Kushljaev, Ph.D. (Tech.) A.A. Agranovsky,  
D.V. Kushlyaev**

**Transport and technological machines for the conditions of the Arctic zone of the Russian Federation**

*Federal State Budget Military Educational Institution of Higher Education "The Civil Defence Academy of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters", Khimki, Moscow region*

*Joint Stock Company "Mashles", Khimki, Moscow region*

The directions of improving the operational properties of transport and technological machines (TTM) for emergency, rescue and other work in the Arctic zone of the Russian Federation are considered. The factors that determine the performance of the machine at low temperatures are analyzed. Directions, solutions, ways of improving the operational properties of machines are proposed.

*Keywords:* Transport and technological machine (TTM), transport system, Arctic, firefighting vehicle, search and rescue vehicle, modular principle of machine layout, factors that determine the performance of the machine, improving the operational properties of the machine

Арктика – важный стратегический регион, являющийся зоной интересов не только арктических государств – России, США, Канады, Дании, Норвегии, но и Европейского союза и других стран с развитой экономикой, таких как Китай и Япония. Через Арктику проходят кратчайшие морские пути между Европой и Тихоокеанским регионом.

В связи с ростом экономического сотрудничества со странами Азиатско-Тихоокеанского региона наблюдается устойчивая тенденция переориентации грузопотоков на восточное направление. Арктическая транспортная система включает Северный морской путь, автодорожную, речную, авиационную, железнодорожную и автомобильную составляющую, а также береговую инфраструктуру (порты, средства навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения, связи).

Северный морской путь в ближайшей перспективе должен стать одной из самых востребованных мировых логистических трасс. Развитие заполярных территорий России обеспечит энергетическую и экономическую безопасность нашего государства в условиях обостряющейся геополитической обстановки.

По данным экспертов, только неразведанные запасы традиционных углеводородов в Арктике составляют около 30 % общего объема неразведанных запасов природного газа в мире, 13 % общего объема неразведанных запасов нефти и 20 % мировых запасов газового конденсата, большая часть которых находится в ее российской части, на долю которой приходится 40 %) всех Арк-

тических территорий планеты [1, 2, 3, 4].

Указом Президента РФ от 2 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» утверждена Стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения ее национальной безопасности на период до 2020 года, в которой планируется, что Арктическая база РФ будет способствовать значительному обеспечению потребностей в ресурсах.[1]. 5 марта 2020 г. вышел Указ Президента РФ № 164. «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года». [2]. Государственная программа Республики Саха (Якутия) «Развитие транспортного комплекса Республики Саха (Якутия) на 2018-2022 годы» утверждена Указом Главы Республики Саха (Якутия) от 27 ноября 2017 г. № 2220 [3].

Помимо ресурсного потенциала, Арктика обладает важным военно-стратегическим значением [1].

В Стратегии развития Арктической зоны РФ обозначены все возможные риски возникновения чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) природного, техногенного и биолого-социального характера. Больше всего рисков связано с освоением новых месторождений углеводородов, авариями на транспорте, взрывами и пожарами технологического оборудования, разрушением зданий и сооружений.

В связи с этим и во исполнение решения Совета безопасности Российской Федерации МЧС России создает систему безопасности населения и территорий в Арктике на базе сети комплексных аварийно-

спасательных центров. Указанные центры прикрывают всю территорию российской Арктики и акваторию Северного морского пути в реальном времени при возникновении кризисных ситуаций [1, 2].

Транспортная система Арктической зоны характеризуется крайне неравномерным развитием и слабым уровнем транспортной освоенности. Огромные территории Арктики практически не обустроены в транспортном отношении и не имеют полноценных связей с транспортными магистралями, а также налаженных внутрирайонных коммуникаций.

Неразвитость транспортной инфраструктуры, тяжелые условия бездорожья и климата в зоне Арктики выдвигают актуальные требования обеспечения Арктики гусеничными и колесно-гусеничными машинами повышенной проходимости для аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Отечественные и зарубежные заводы предлагают большой ряд моделей машин повышенной проходимости различной компоновки, типажа, назначения и параметров. Многие машины имеют недостаточную работоспособность, надежность, грузоподъемность и удельное давление на грунт для выполнения задач МЧС России и других отраслей в условиях низких температур в экстремальных условиях Арктики.

Актуальность темы подтверждается Стратегией освоения Арктики и высокими требованиями к показателям работоспособности и в целом к основным эксплуатационным свойствам техники, применяемой в экстремальных условиях.

По предварительным статистическим подсчетам, к 2030 году база грузов в Арктической зоне РФ может составить около 120 млн т. Всего по территории Арктической зоны проходят участки автомобильных дорог федерального значения общей протяженностью 729,5 км.

При этом экстенсивное бездорожье сохранится в долгосрочной перспективе, поэтому ТТМ различного функционального назначения необходимо создавать или адаптировать и приспособливать к суровым Арктическим условиям.

Минтранс сформировал концепцию единой защищенной информационно-телекоммуникационной системы транспортного комплекса арктической зоны. Это важнейшее направление работ на сегодняшний день. Надежная информационно-навигационная среда является основой безопасной и эффективной работы транспортного комплекса Арктической зоны Российской Федерации.

Уже сегодня арктическое побережье оснащено контрольно-корректирующими станциями ГЛОНАСС. Успешные натурные испытания станций показали, что они сохраняют национальный суверенитет над информационными потоками и обеспечивают связь в отдаленных малонаселенных арктических поселениях (отечественные системы низкоорбитальной спутниковой связи «Гонец»).

«Освоение Арктической зоны на сегодняшний день является одной из ключевых государственных задач, и во многом ее решение зависит от успеха мероприятий по модернизации и развитию транспортной системы арктического региона", – го-

ворят в министерстве транспорта РФ [4].

ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России» принимает активное участие в проведении научных исследований по данному направлению. В период 2014–2021 гг. научно-педагогическим коллективом кафедр эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, аварийно-спасательных работ, научно-исследовательского центра Академии совместно с машиностроительными заводами выполнили несколько НИР и НИОКР, в результате которых проведен детальный анализ разработки гусеничных и колесных машин повышенной проходимости и областей их применения, выполнено обоснование внешнего облика и технических параметров машин [7, 8, 9, 13, 14].

С учетом выполняемых машиностроительными заводами (АО «Брянский автомобильный завод», ООО «ЕЗСМ «Континент», АО «МК «Витязь», АО «Галичский автокрановый завод», ООО «ВЕЛМАШ-С») НИОКР и разрабатываемых и выпускаемых машин в академии формируются и проходят защиту перед Государственной комиссией выпускные квалификационные работы (дипломные проекты) студентов, курсантов, слушателей и диссертационные работы магистрантов [10–17, 19–32].

Заводы совместно с академией принимают участие в международных конкурсах, форумах, конференциях по актуальным вопросам обеспечения безопасности, в т.ч. по вопросам гражданской обороны и защиты от ЧС. Технические ре-

шения, направленные на совершенствование эксплуатационных свойств и выполненные на уровне международной новизны, оформляются в виде совместных заявок на изобретения с участием специалистов завода [5].

Основные эксплуатационные свойства машин, применяемых в ЧС, – это совокупность свойств, обеспечивающих эффективное и безопасное применение машины в условиях временных сезонных дорог, бездорожья, глубокого снежного покрова, низких минусовых температур, а также при преодолении различных препятствий.

С целью оценки факторов и рассмотрения основных способов повышения проходимости и устойчивости машин приняты универсальные аварийно-спасательные и пожарно-спасательные машины (АСМ, ПСМ), разрабатываемые заводами ООО «ЕЗСМ «Континент» (рисунок 1), заводом АО «МК «Витязь» (аналогично ООО «ВЕЛМАШ-С») на базе сочлененных шасси (рисунки 2, 3) и АО «Брянский автомобильный завод» на колесном шасси высокой проходимости (рисунок 4).

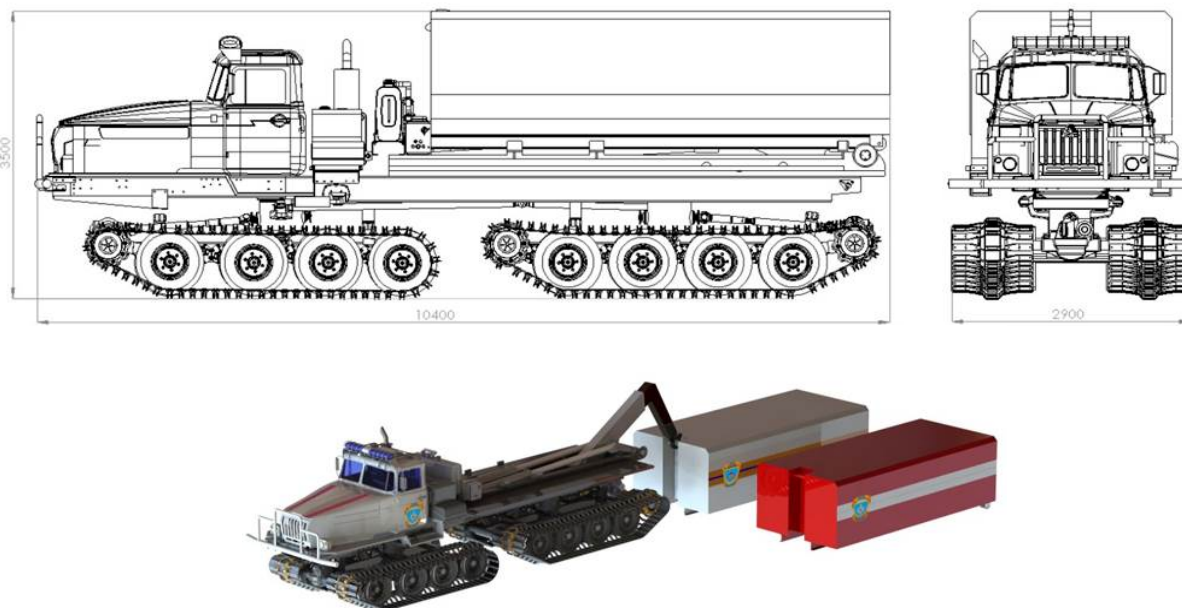
Универсальность создаваемых сочлененных двух- и однозвенных гусеничных и колесных машин повышенной проходимости обеспечивается их многофункциональностью, а также тем, что они разрабатываются на базе шасси, серийно выпускаемых заводами ООО «ЕЗСМ «Континент», АО «МК «Витязь», АО «Галичский автокрановый завод», и применением сменных модулей-контейнеров (аварийно-спасательные, поисковые, медицинские, пассажирские, командные, по-

жарные), предназначенные для предотвращения и ликвидации ЧС, доставки необходимого оборудования, технических специалистов, медицинских работников в труднодоступные зоны ЧС и для тушения лесных и торфяных пожаров.

Унификация создаваемой машины обосновывается модульным

принципом компоновки шасси и технологического оборудования, использованием узлов, систем и деталей серийных машин [2, 3].

В таблице 1 приведены технические характеристики машины ООО «ЕЗСМ «Континент».



белый – аварийно-спасательный, (поисковый, медицинский, пассажирский, командный); красный – пожарный

Рисунок 1. – Гусеничная сочлененная аварийно-спасательная машина завода ООО «ЕЗСМ «Континент» со сменными модулями-контейнерами

Таблица 1. – Технические характеристики аварийно-спасательной машины ООО «ЕЗСМ «Континент»

1	Двигатель, мощность, л.с.(кВт)	Дизельный, ЯМЗ-238М2, 240 (176)
2	Масса снаряженной АСМ, т	18
3	Масса перевозимого модуля (контейнера) с грузом, т	8
4	Максимальная скорость движения, км/ч	30
5	Среднее удельное давление на грунт, кПа, (кгс/см <sup>2</sup> )	21,4 (0,22)
6	Максимальный преодолеваемый подъем, %, (°)	580 (30)
7	Гусеницы резино-металлические, ширина, мм	970
8	Габаритные размеры, мм	10400×2900×3500
9	Координаты центра тяжести снаряжен. АСМ, мм	5400×1200×90

На рисунках 2 и 3 представлены аварийно-спасательная ДТП – 10АСМ и пожарно-спасательная ДТП – 3ПСА машины повышенной

проходимости завода АО «МК «Витязь».

В таблице 2 приведены технические характеристики машины.



Рисунок 2. – Аварийно-спасательная машина повышенной проходимости модульного принципа компоновки (сменные модули контейнерного типа: аварийно-спасательные, поисково-спасательные, пожарно-спасательные и др.) с погрузочно-разгрузочным механизмом (мультилифт) на базе шарнирно-сочлененного гусеничного транспортера ДТ-10ПМ производства АО «МК «Витязь»



Рисунок 3. – Пожарно-спасательная машина повышенной проходимости модульного принципа компоновки ДТП – ЗПСА (сменные модули контейнерного типа: пожарно-спасательные, командно-штабные, поисково-спасательные, медицинские) с погрузочно-разгрузочным механизмом (мультилифт) на базе шарнирно-сочлененного гусеничного транспортера ДТ-3ПМ производства завода АО «МК «Витязь»

Таблица 2. – Технические характеристики пожарно-спасательной и аварийно-спасательной машин со сменным модулем – контейнером и погрузочно-разгрузочным механизмом ДТП – ЗПСА, ДТП- 10АСМ

№ п/п	Параметр	Значение параметра	
		ДТП – ЗПСА	ДТП – 10АСМ
1	Модель машины	ДТП – ЗПСА	ДТП – 10АСМ
2	Функциональное назначение	Пожарно-спасательная	Аварийно-спасательная
3	Базовое шасси	ДТ – 3ПМ	ДТ – 10ПМ
4	Двигатель, тип, мощность, л.с. (кВт)	OSB 6,7 240 (176)	В-46-5 С,710 (522)
5	Масса в снаряженном состоянии, т	11,42	23,5
6	Максимальная скорость движения, км/ч	50	44
7	Среднее удельное давление на грунт, кПа, (кгс/см <sup>2</sup> )	16,0 (0,16)	22,4 (0,23)
8	Максимальный преодолеваемый подъем, (°)	35	35
9	Экипаж боевого расчета, включая водителя, чел.	4	5



Продолжение таблицы 2

10	Трансмиссия	Гидромеханическая	Гидромеханическая
11	Подвеска	Торсионная независимая	Торсионная независимая
12	Гусеницы / ширина, мм	600	960
13	Габаритные размеры, мм	9 300×2100×2600	14200×2810×3050
14	Запас хода, км	600	700

Арктический внедорожный тягач БАЗ-69092 производства Брянского автомобильного завода в настоящее время проходит испытания в Республике Саха (Якутия) (рисунок 4).

Рассматриваемое специальное шасси БАЗ-69092 представляет собой трехосную полноприводную

машину высокой проходимости, бескапотной компоновки с двигателем, расположенным за кабиной. В зависимости от модификации шасси может оснащаться тем или иным навесным оборудованием (манипуляторами, подъемниками, мультилифтами и др.).



Рисунок 4. – Арктический внедорожный тягач БАЗ-69092

Все модели автомобилей БАЗ в значительной мере (до 90 %) унифицированы между собой по узлам, агрегатам, большинству технических решений и составляют модельный ряд, из которого потребители могут выбрать транспортное средство для своих конкретных задач. В этот ряд входят 3-, 4-, 5- и 6-осные шасси грузоподъемностью от 14 до 45 т.

Самыми «легкими» среди них являются трехосные шасси БАЗ 69092 и его комплектации, предназначенные для монтажа оборудования, модульных контейнеров различного назначения,

перевозки грузов массой до 19,5 т и буксировки прицепов до 20 т.

**Новизна машины** определяется тем, что на основании имеющегося опыта и проводимых испытаний в ГКУ РС/Я «Служба спасения Республики Саха/Якутия» г. Якутска в 2018 году СКШ БАЗ 69092 создается образец универсальной машины 8х8.1 высокой проходимости для проведения АСР и предназначенной под монтаж различного оборудования, имеющей следующие основные технические характеристики:

– рамное шасси с колесной формулой 8х8.1, независимой торсионной подвеской, амортизаторами

на каждом колесе, грузоподъемностью до 20 т, кабиной увеличенного объема, оборудованной спальными местами и автономной системой обогрева кабины, электрообогревными стеклами и зеркалами заднего вида, с улучшенной теплоизоляцией для обеспечения работы в условиях температур от +50 до –60 °С, шинами пневматическими с регулируемым давлением 21,5/75R21 ИД-370 и увеличенной ширины для снижения удельного давления на грунт, двигателем 500 л. с., скорость движения – до 80 км/ч, глубина брода – 1,8 м, снежного покрова – до 1,5 м, ширина рва – 1,5 м, запас хода по топливу от 1500 км, наличие фильтро-вентиляционной установки (ФВУ100), высота преодолеваемого горного перевала – до 4500 м, возможность буксировки прицепов по всем видам дорог и местности.

**Универсальность** создаваемой машины высокой проходимости обеспечивается за счет использования его как базового шасси, испытанного для установки различного оборудования – специальных модулей-контейнеров (аварийно-спасательных, поисковых, медицинских, пожарных, пассажирских, командных), предназначенных для предотвращения и ликвидации ЧС, доставки необходимого оборудования и грузов, технических специалистов, медицинских работников в труднодоступные зоны ЧС для тушения лесных и торфяных пожаров, устранения последствий наводнений и эвакуации населения в пострадавших районах, реализации выполнения данного НИОКР в рамках программы обеспечения безопасности

РФ в районах Крайнего Севера и Арктики до 2030 г.

**Унификация создаваемой машины** обосновывается модульным принципом компоновки шасси и технологического оборудования, использованием узлов, агрегатов и деталей серийно выпускаемых шасси семейства СКШТ «Вощина-1» и принятых на снабжение для МО РФ, а также возможностью изготовления АО «БАЗ» специальных рам крановых шасси под различное оборудование (рисунки 5, 6, 7).

**Отличие от отечественных выпускаемых шасси.** Значительная часть известных колесных машин повышенной проходимости имеет большое удельное давление на опорную поверхность. На специальных шасси БАЗ для улучшения данного показателя предусмотрены блокировки дифференциалов в раздаточной коробке и главных передачах. Отсутствие выступающих агрегатов трансмиссии за нижнюю часть рамы повышает проходимость и живучесть шасси.

Для решения задачи по созданию образца универсальной машины 8х8.1 высокой проходимости для проведения АСР рассмотрены два варианта компоновки ПСМ на базе шасси АО «БАЗ».

Первый вариант компоновки можно обозначить как мобильный модуль поиска и спасения, второй – как модульный комплекс поиска и спасения.

Для первого варианта могут быть использованы конструктивные решения 4-осного специального шасси БАЗ-69098 (8х8.1), предназначенного для монтажа

кранового, подъемного оборудования г/п до 50 т. На данном шасси между второй и третьей осью колес размещаются поворотные

опоры, а за четвертой осью – выдвигные опоры.

Технические характеристики разрабатываемого шасси приведены в таблице 3.



Рисунок 5. – Новый образец базового шасси повышенной проходимости БАЗ-6910(690902М) с увеличенной кабиной для монтажа различного технологического оборудования аварийно-спасательных и поисково-спасательных машин для проведения работ в условиях Крайнего Севера в Арктической зоне РФ

Таблица 3. – Технические характеристики специального колесного шасси высокой проходимости БАЗ-6910(690902М)

№ п/п	Технические характеристики	Значения
1	Двигатель, тип, мощность, л.с. (кВт)	ТМЗ-8493.10-034. 500 (368)
2	Масса снаряженного шасси, т	18,7
3	Грузоподъемность, т	26,0
4	Максимальный преодолеваемый подъем, град (%)	30 (57,7)
5	Угол поперечной статической устойчивости в снаряженном состоянии, град	40
6	Глубина преодолеваемого брода, м	1,8
7	Наибольшая ширина преодолеваемого рва, м	1,5
8	Наименьший радиус поворота, м	15
9	Максимальная скорость движения, км/ч	80
10	Запас хода по контрольному расходу, км	От 1500 от ТЗ.(СЦ)
11	Трансмиссия	Механическая
12	Подвеска	Торсионная, независимая
13	Габаритные размеры, два варианта, мм	12760×2750×3080, 12760×3100×3080
14	Клиренс, мм	580

Для размещения на модели БАЗ-6910 специального поисково-спасательного оборудования предлагается: оснастить специальное шасси БАЗ-6910 модуль-контейнером, укомплектованным поисково-

спасательными оборудованием различного назначения (поиск, спасение и помощь пострадавшим в условиях Крайнего Севера и Арктики) с установкой лебедки и гидроманипулятора грузоподъемностью 3–5 т

и буксировки прицепа вместимостью до 20 т. Модуль-контейнер предлагается разделить на две части и укомплектовать оборудованием и материалами для поисковых работ в суровых климатических условиях.

В передней части будет размещаться модуль-контейнер, оснащенный двумя выдвижными блоками: блок поиска и блок медицинской

помощи. Задняя часть модуль-контейнера будет оснащена поисково-спасательной техникой различного вида: наземного, воздушного и подводного, а также ремонтно-восстановительным комплектом для оперативного обслуживания как самой машины, так и техники поиска и спасения.

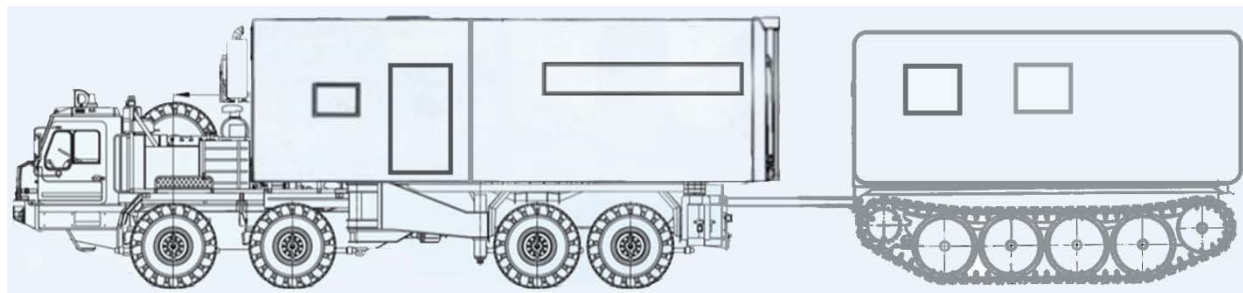


Рисунок 6. – Машина поисково-спасательная на шасси БАЗ-6910 с модуль-контейнером и прицепом

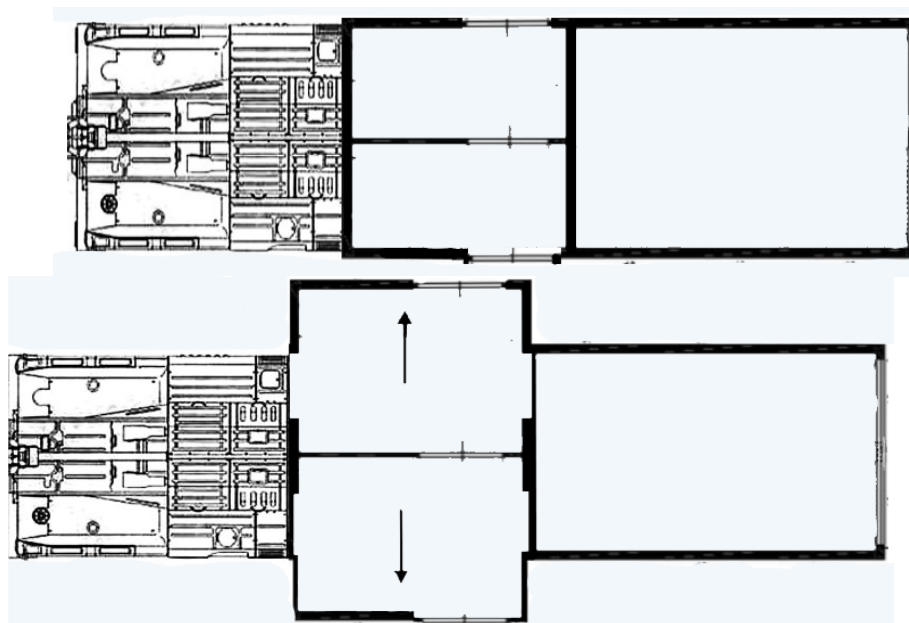


Рисунок 7. – Машина поисково-спасательная на шасси БАЗ-6910 (8x8.1) с выдвинутыми блоками (вид сверху)

Блок поиска будет оснащен системой связи, обмена информацией, видеонаблюдения, системой управления беспилотными аппаратами (поисковыми модулями). Блок будет оказывать информационную помощь: поиск пострадавших, монито-

ринг природно-климатической обстановки, мониторинг ледовой обстановки в прибрежных водах. Поиск пострадавших может осуществляться, например, с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА) ПП-50.

Блок медицинской помощи в свою очередь будет оснащен стационарным, медицинским и техническим оборудованием, медикаментами. После обнаружения пострадавшего его доставляют в блок медицинской помощи. Для быстрой доставки пострадавших с места обнаружения будет задействован технический блок.

Технический блок включает в себя технические средства для быстрого передвижения от поисково-спасательной машины до места обнаружения пострадавшего. На начальном этапе до создания роботизированного поискового модуля можно использовать снегоходы типа «Тайга Варяг-500» отечественного производства. Указанный снегоход имеет сравнительно небольшую массу, надежную конструкцию, небольшую стоимость и сравнительно небольшой расход горючего.

В дипломных работах студента Галимуллина Р.М. [19] и курсанта Саввина Д.А. предлагается технический блок оснастить уже роботами. В качестве одного из аналогов представлен гусеничный патрульный робот «Скорпион» (масса – 110 кг, скорость – до 10 км/ч, угол подъема – до 20 градусов, полезная нагрузка – 20 кг.).

В работе «Скорпион» может быть использовано оснащение: система навигации, картографический лазерный 3D-сканер (для построения карты местности), движение по заданному маршруту, видеоаналитика, GPS/ГЛОНАС-приемник для локализации в пространстве, ультразвуковые датчики для определения препятствий.

Также технический блок оснащен ремонтно-восстановительным оборудованием и инструментами для поддержания поисково-спасательной машины, техники и аппаратов в исправном состоянии.

Таким образом, трехблочный модуль-контейнер будет выполнять следующие задачи:

- проведение аварийно-спасательных и поисково-спасательных работ в условиях Арктики;
- транспортировка пострадавших и оказание медицинской помощи до прибытия санитарной авиации (авиации МЧС России);
- перевозка и доставка груза (гуманитарной помощи) в труднодоступные и удаленные места.

**Область применения и функциональное назначение поисково-спасательной машины:**

- участие в поиске и обеспечение безопасности специалистов, пассажиров и других граждан, пострадавших в условиях Крайнего Севера и Арктики;
- контроль и обеспечение безопасности движения грузового и пассажирского транспорта в условиях Крайнего Севера (передача информации о возможных препятствиях в пути: сильный ветер, метели, обвалы, трещины);
- доставка спасателей, медицинских работников, экстренных и ценных грузов, оборудования в зону ЧС;
- мониторинг природно-климатической обстановки по маршруту движения грузового и пассажирского транспорта;

– патрулирование и информационное обеспечение передвижения аварийно-спасательной и пожарной техники в условиях Крайнего Севера;

– мониторинг с целью контроля, инспектирования территории и обеспечения безопасности деятельности объектов промышленного и гражданского назначения;

– технический контроль и обеспечение безопасной эксплуатации нефтегазопроводов и линий электропередач.

Все факторы, которые опреде-

ляют проходимость, устойчивость и в целом работоспособность машины в условиях Крайнего Севера, можно разделить на природные, производственные, эксплуатационно-технологические, технические и конструктивные [5, 6, 8, 9, 13, 14].

Основные факторы, определяющие эксплуатационные свойства ТТМ при движении по дороге и бездорожью, при выполнении машиной своих функций систематизированы и приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Основные факторы, определяющие эксплуатационные свойства ТТМ

№ п/п	Факторы
1	Природные факторы: низкие температуры окружающего воздуха (до минус 60 °С); вечная мерзлота; снежная целина; глубина снежного покрова; заболоченная поверхность тундры; полярная ночь; ветер; дождь; метель; полярная пурга; сложный рельеф местности; подъемы и спуски; крутизна склонов; наличие единичных препятствий; низкая несущая способность грунтов, снежного покрова; масса (объем) предмета труда и его распределение на единице площади
2	Производственные факторы: производительность машин при ликвидации аварии в зависимости от времени и технологии; оснащение машин специальными комплектами технологического оборудования; состав, назначение и количество машин в работе
3	Эксплуатационно-технологические факторы: состав и структура комплекса машин; режимы эксплуатации машин; технологические схемы ликвидации аварий, разборки завалов, локализации лесных пожаров; параметры груза и скорость его перемещения; коэффициент сцепления и т.д.
4	Технические факторы: компоновочная схема машины, шасси, технологического оборудования, рабочих органов; эксплуатационная масса машины; мощность двигателя; удельная мощность машины; грузоподъемность машины; сила тяги на крюке и скорость машины на различных передачах; площадь опорной поверхности гусениц; продольная и поперечная базы машины; дорожный просвет машины; среднее удельное и максимальное давление гусениц (колес) машины на грунт; углы свеса; углы продольной и поперечной устойчивости; координаты центра тяжести, база и ширина колеи
5	Конструктивные факторы: компоновочная схема машины, шасси, технологического оборудования, рабочих органов; конструкция ходовой системы, размеры опорных катков и гусениц, тип подвески; конструкция трансмиссии, параметры и расположение технологического оборудования, конструкция днища машины, параметры системы управления, параметры кабины

Испытаниями и расчетами установлено, что чем больше опор-

ная площадь машины, чем ниже расположен ее центр тяжести маши-

ны и чем шире колея, тем выше ее устойчивость и проходимость.

Безусловно, все эти параметры имеют свои оптимальные значения и ограничения. Опорная поверхность машины определяется шириной и длиной опорной поверхности гусениц. Установлено, что увеличение длины гусеницы дает больший эффект, чем ее уширение. Уширение гусениц машин повышенной проходимости возможно, но в рациональных пределах и с учетом условий использования. При увеличении ширины гусеницы увеличивается ширина колеи. Это ведет к увеличению потерь на прессование грунта (снега), которые прямо пропорциональны ширине гусеницы. Внутренние потери в широкой гусенице также выше.

Преимущество увеличения длины опорной поверхности гусеницы заключается в меньших потерях на буксование, меньшем сопротивлении вследствие взаимодействия машины с опорной поверхностью, особенно на слабых грунтах. При более длинной и узкой опорной поверхности гусениц увеличивается значение удельной силы тяги на крюке и снижается амплитуда продольных колебаний машины [5, 6, 8, 9, 13, 14].

Наиболее рациональным способом повышения проходимости и продольной устойчивости машины является применение сочлененной конструкции ходовой, состоящей из двух и более тележек. Такая компо-

новка позволяет также повысить грузоподъемность и скорость машины.

Совершенствование общей компоновки машины и конструкции ходовой системы наряду с улучшением технических параметров играет большую роль в повышении проходимости и тягово-сцепных свойств специальных машин повышенной проходимости. Указанное совершенствование идет за счет более рационального размещения технологического оборудования на базовом шасси за счет изменения конструкции подвески и гусениц ходовой системы.

Для обеспечения оптимальных эксплуатационных свойств (проходимости, устойчивости и др.) ТТМ, предназначенных для работы в условиях Крайнего Севера, должен быть осуществлен комплекс мероприятий при их проектировании (конструкторской разработке, испытаниях) и эксплуатации. Обоснование параметров проходимости, устойчивости, работоспособности на стадии проектирования является наиболее важной задачей, способствующей наибольшей эффективности использования машины. Проектирование необходимо выполнять с учетом всех факторов и условий эксплуатации машины. Основные направления повышения эксплуатационных свойств машины на стадии проектирования приведены в таблице 5 [3, 4, 5, 6, 13, 14].

Таблица 5. – Основные направления повышения эксплуатационных свойств (проходимости, устойчивости и др.) ТТМ на стадии проектирования

№ п/п	Направление
1	Разработка интеллектуальной транспортной системы как инновационной концепции развития ТТМ для аварийно-спасательных и других неотложных работ
2	Разработка модели применения (эксплуатации) комплекса ТТМ (находящихся в аварийно-спасательных центрах, на объектах промышленного и гражданского назначения – нефтегазопроводы, линии электропередач и т.д.)
3	Компоновка, конструкция и параметры ТТМ должны обеспечивать функционально-технологическое назначение машины и время цикла, указанное в ТЗ
4	Оптимальное проектирование параметров составляющих модулей ТТМ (ходовая система, кабина, система управления, система отопления, сменный модуль-контейнер, манипулятор, рабочий орган, толкатель, аутригеры)
5	Расчет потребной мощности двигателя при функционировании ТТМ и подбор двигателя с требуемыми параметрами
6	Экспериментально-теоретическое определение вертикальных нагрузок и ускорений на ходовую систему ТТМ
7	Оценка ходовой системы с приводом каждого колеса – механическим, электрическим или гидравлическим (опытные работы)
8	Оценка ходовой системы различного технического исполнения: колесное, гусеничное, колесно-гусеничное (опытные работы)
9	Снижение высоты центра тяжести машины за счет оптимальной компоновки модулей, узлов и систем
10	Оптимальное увеличение поперечной и продольной базы машины, ширины гусениц
11	Совершенствование ходовой системы (привод, конструкция опорных катков (колес), гусениц с целью улучшения ходовых качеств и максимального выполнения экологических требований
12	Разработка технически и экологически совершенной кабины, обеспечивающей комфортабельную и безопасную работу и отдых экипажа машины в Арктических условиях (опытные работы)
13	Применение автоматизированной системы управления, работоспособной в Арктических условиях (опытные работы)
14	Применение контрольно-предупредительных элементов в системе управления (звуковой, световой, наглядное табло)

Для оценки проходимости может использоваться средняя и максимальная скорости движения машины. При большой скорости при резком торможении может произойти опрокидывание машины. На повороте существенное значение для проходимости и устойчивости машины имеют не только скорость движения, но и радиус поворота и скорость поворота. Резкий поворот может в определенных условиях явиться основным фактором, вызы-

вающим нарушение устойчивости машины и снижение проходимости.

У современных машин заводов ООО «ЕЗСМ «Континент», АО «МК «Витязь, АО «БАЗ», имеющих сравнительно низкое расположение центра тяжести и широкую колею, опрокидывание без предварительного бокового скольжения (заноса) практически маловероятно. Они могут произойти лишь с машинами, нагруженными большими габаритными грузами, расположенными вы-



соко над кузовом на временных дорогах или бездорожью с большим поперечным уклоном. Случаи же бокового скольжения (заноса) при неосторожном движении по скользким, мокрым, обледенелым и временным дорогам и бездорожью могут быть [5, 6, 9, 10, 13, 14].

Максимальную допустимую скорость движения машины на поворотах до появления бокового скольжения можно определить по следующей формуле:

$$V_c = g K_{с.г.} R, \quad (1)$$

где  $V_c$  – максимальная скорость на повороте до появления опасности бокового скольжения машины, м/с;

$g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$K_{с.г.}$  – коэффициент сцепления гусениц (колес) с грунтом;

$R$  – радиус поворота машины, м.

Во всех случаях при заносе на машины действует боковая (поперечная) сила, которая возникает от неровностей дороги или неравномерного сцепления гусениц (ходовой) с дорогой. Боковая сила появляется при всяком отклонении машины от прямолинейного направления [1, 4, 6, 13, 14, 16, 20].

В тех случаях, когда машина движется по кривой, возникающую боковую силу называют центробежной силой. В результате действия центробежной силы при резком повороте на большой скорости машина может опрокинуться.

Для определения максимальной скорости движения машины до опрокидывания, в том числе на повороте, предлагается формула

$$V_{max} = v g R B/2hg, \quad (2)$$

где  $V_{max}$  – максимальная скорость движения на повороте до появления опрокидывания машины;

$g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$R$  – радиус поворота машины, м;

$B$  – колея машины, м;

$hg$  – высота центра тяжести, м.

При эксплуатации АСМ в условиях Крайнего Севера, кроме влияния низких температур (до минус 60 °С), как уже было отмечено, необходимо учитывать наличие вечной мерзлоты, полярной ночи, снежную целину, сложный рельеф, полярную пургу, заболоченную поверхность тундры. В ряде отраслей разработаны стандарты по климатическому районированию страны, технические требования к машинам в исполнении для холодного климата («ХЛ»), указаны способы эффективной эксплуатации машин в экстремальных условиях [4, 5, 6, 13–23].

Для оценки проходимости машины по грунту пользуются коэффициентом сцепной массы, определяемым делением массы, приходящейся на гусеницы (колеса), на общую массу машины.

Для эксплуатационной оценки проходимости машин можно также рекомендовать показатель  $\eta$ , равный отношению транспортной работы машины  $m_{п}V$  к эксплуатационной массе машин

$$\eta = \frac{m_{п}V}{m_{м}} \quad (3)$$

где  $m_{п}$  – средняя масса перевозимого груза за период наблюдений, кг;

$V$  – средняя скорость движения

машины за период наблюдений, км/ч;

$m_m$  – эксплуатационная масса машины, кг.

Для разработки рекомендаций по дальнейшему развитию и совершенствованию машин МЧС с целью повышения их проходимости требуется выполнить анализ взаимосвязей эксплуатационных свойств и пара-

метров, оценить тяговый и мощностной балансы машины в зависимости от массы (объема) перевозимого груза и скорости его перемещения.

Основные направления обеспечения проходимости и устойчивости ТТМ на стадии эксплуатации приводятся в таблице 6.

Таблица 6. – Основные направления обеспечения оптимальных эксплуатационных свойств (проходимости, устойчивости, работоспособности и др.) ТТМ на стадии эксплуатации

№ п/п	Направления обеспечения оптимальных эксплуатационных свойств (проходимости, устойчивости, работоспособности и др.) ТТМ на стадии эксплуатации
1	Скорость и направление движения машины
2	Конструкция и контроль тормозной и поворотной системы
3	Уклон и состояние опорной поверхности
4	Конструкция гусениц, уменьшающая поперечное проскальзывание машины
5	Оптимальная загрузка платформы (оптимальное размещение груза) равномерно на грузовой платформе с учетом снижения центра масс и равномерной загрузки по каткам
6	Размещение технологического оборудования при движении (например, транспортное положение манипулятора вперед, над толкателем и др.)
7	Поворот технологического оборудования (например, манипулятор с рабочим органом в сторону, противоположную уклону)

Заслуживает большого внимания опыт создания машин для лесной промышленности и лесного хозяйства. Автор настоящего доклада Кушляев В.Ф. (ЦНТОлеспром и НТЦ АО «Машлес») принимал участие в создании валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины-харвестера (рисунок 8) и погрузочно-транспортной машины (форвардера) (рисунок 9) с финскими машиностроителями Рантапуу, Марку Мякеля, Терратек. Машины были разработаны и изготовлены с ис-

пользованием узлов, агрегатов, систем серийных моделей тракторов Минского тракторного завода.

Хорошие результаты получены при разработке, производстве и эксплуатации валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины и погрузочно-транспортной машины заводами ООО «Велмаш-С» и Минским тракторным заводом. Машины были разработаны на шарнирно-сочлененном колесно-гусеничном шасси.



Рисунок 8. – Валочно-сучкорезно-раскряжевочная и погрузочно-транспортная машины



Рисунок 9. – Погрузочно-транспортная машина

Таким образом, двухзвенные сочлененные гусеничные, колесные и колесно-гусеничные машины, обладающие хорошей профильной и опорной проходимостью, низким удельным давлением на грунт, хорошей грузоподъемностью, могут гарантированно использоваться в основном в течение всего года в регионах с тяжелыми грунтовыми и климатическими условиями. Анализ факторов, способов, направлений, концепций совершенствования машин для аварийно-спасательных и других неотложных работ (в том числе лесная промышленность,

нефтяная и газовая отрасли) особенно на базе сочлененных шасси показывает значительные потенциальные возможности повышения их эксплуатационных свойств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ от 2 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации».
2. «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года». Указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. N 164.

3. Государственная программа Республики Саха (Якутия) «Развитие транспортного комплекса Республики Саха (Якутия) на 2018-2022 годы». Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 27 ноября 2017 г. № 2220.

4. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р.

5. Канделя, М.В. Стратегия и проблемы применения высокопроходимой техники для выполнения федеральной целевой программы по развитию Дальнего Востока: сб. науч. тр. / М.В. Канделя, В.Н. Рябченко, А.В. Липкань. – Хабаровск: ТОГУ, 2008. – С. 216–226.

6. Кушляев, В.Ф. Повышение проходимости и устойчивости аварийно-спасательных и пожарных машин при проектировании и эксплуатации// В.Ф. Кушляев, И.И. Цыган, А.В. Игнатьева, К.К. Найдюк, В.А. Леонов, А.И. Ильин. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции, Иваново: 12 апреля 2018 г. – Иваново: ФГБОУ ВО. Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – 629 с. – С. 127–134.

7. Гурьев, А.Т. К обоснованию системы управления и обеспечения комплексной безопасности транспортных потоков и технологических процессов арктических территорий / А.Т. Гурьев, В.Ф. Кушляев. Сборник материалов XXV юбилейной Международной научно-практической конференции «Предупреждение. Спасение. Помощь». – Химки:

ФГБОУ ВПО «АГЗ МЧС России», 2015. – С. 60–63.

8. Леонов, В.А. Гусеничные машины повышенной проходимости для арктических условий / В.А. Леонов, В.Ф. Кушляев, В.Г. Полевой, А.А. Аграновский. Сборник материалов круглого стола на тему: «Приоритеты реализации государственной программы вооружения на 2018-2025 годы для спасательных воинских формирований МЧС России». Международный военно-технический форум «Армия – 2016». – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2016. – С. 44–50.

9. Кушляев, В.Ф. Технические требования на опытный образец поисково-спасательной машины на шасси АО «Брянский автомобильный завод / В.Ф. Кушляев, А.А. Аграновский, Р.М. Галимуллин, А.Б. Сдобнов, С.Е. Ильяхин, Н.А. Находкин. Комплексные проблемы техносферной безопасности. Задачи, технологии и решения комплексной безопасности: сборник статей по материалам XV Междунар. науч.- практ. конф.; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. Ч. 1. – С. 83–90.

10. Патент МПК 0002683917: В60В35/10. «Транспортное средство повышенной проходимости». Дата охраняемого документа 02.04.2019. Авторы: Кушляев В.Ф., Гомонай М.В., Ильин А.И., Аграновский А.А., Цыган И.И.

11. Кушляева, О.В. Методика оптимального проектирования эксплуатационных параметров рабочих органов машин, применяемых в чрезвычайных ситуациях /О.В.

Кушляева, В.Ф. Кушляев. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции, Иваново: 12 апреля 2018 г. – Иваново: ФГБОУ ВО. Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 127–134.

12. Кудрявцев, Н.И. Специальные машины завода ООО «ВЕЛ-МАШ-С» для предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / Н.И. Кудрявцев, В.Ф. Кушляев, В.Г. Полевой, А.А. Аграновский. Приоритеты реализации государственной программы вооружения на 2018-2025 годы для спасательных воинских формирований МЧС России». Международный военно-технический форум «Армия – 2016». – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», – С. 60–67.

13. Кушляев, В.Ф. Структурное моделирование процессов жизненного цикла транспортно-технологических машин для чрезвычайных ситуаций / В.Ф. Кушляев, А.Т. Гурьев, Е.А., Деменкова, И.С. Васендина. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 16 апреля 2020 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 222–229.

14. Обоснование облика гусеничных машин повышенной проходимости, предназначенных для решения задач МЧС. Отчет НИР. Договор № 13 от 25.02.2014 г. Заказчик ООО «ЕЗСМ «Континент». Науч.

рук. Кушляев В.Ф. Ответ. исп. Кушляев В.Ф., Аграновский А.А., Гомонай М.В., Малышев В.А., Стасишин Л.А., Иванов В.А., Буровенцева О.А., Игнатьева А.В., Леонов В.А. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России». – 2014 – 127 с. УДК 629.3.032.26. Инв. № 3124К.

15. Обоснование технических требований к специальной гусеничной машине повышенной проходимости. Отчет НИР. Этап 2. Науч. рук. Кушляев В.Ф. Ответ. исп. Кушляев В.Ф., Аграновский А.А., Гомонай М.В., Малышев В.А., Стасишин Л.А., Иванов В.А., Буровенцева О.А. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2015. – 119 с. Инв. № 3324К/1.

16. Разработка крана грузоподъемностью до 25 тонн для выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ. Отчет НИР № 77/5-ПУ. Заказчик АО «Галичский автокрановый завод». Науч. рук. Кушляев В.Ф. Ответ. исп. Кушляев В.Ф., Аграновский А.А., Гомонай М.В., Малышев В.А., Стасишин Л.А., Гладкоскок С.С., Хмелев А.С., Цыган И.И., Петров Г.К., Онешко С.А. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2016. – 120 с. Инв. № 3388К/1.

17. Разработка предложений по созданию нового облика АСМ на базе четырехгусеничного шасси повышенной проходимости для использования в условиях Арктики. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Студент: IV курса ИФ Мухин М.В. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2016. – 78 с.

18. Разработка предложений для повышения работоспособности и надежности АСМ для условий Арктики. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Студент: IV курса ИФ Буровенцева О.А. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБВОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2017. – 117 с.

19. Разработка предложений по повышению устойчивости аварийно-спасательных машин в условиях Крайнего Севера. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Студент: IV курса ИФ Игнатъева А.В. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБВОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2018. – 82 с.

20. Разработка предложений по повышению основных эксплуатационных параметров АСМ с крановой установкой для условий Крайнего Севера. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Студент: IV курса ИФ Найдюк К.К. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБВОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2018. – 98 с.

21. Разработка предложений по совершенствованию ремонтно-эвакуационной колесной машины легкого класса РЭМ-КЛ-1 (шасси УРАЛ) для применения в чрезвычайных ситуациях. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Курсант: IV курса, 256 уч. гр. КИФ Усманов Р.Р. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБВОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2018. – 72 с.

22. Разработка предложений по совершенствованию ремонтно-эвакуационной колесной машины среднего класса РЭМ-КС (шасси АО «БАЗ») для применения в чрезвычайных ситуациях. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Курсант: IV курса, 256 уч.

гр. КИФ Авакян С.Г. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБВОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2018. – 71 с.

23. Разработка предложений по созданию АСМ на базе гусеничного шасси ДТ 10ПМ «Витязь» для применения в Арктической зоне РФ. Бакалаврская работа. Пояснительная записка. Курсант: IV курса, 257 уч. гр. КИФ Пушкарев Ю.К. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБВОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2018. – 69 с.

24. Разработка предложений по созданию машины повышенной проходимости для очистки Арктических территорий РФ от экологически опасных загрязнений. Бакалаврская работа. Пояснительная записка. Курсант: IV курса, 257 уч. гр. КИФ Курчин Д.В. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБВОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2018. – 82 с.

25. Разработка предложений по созданию АСМ с полуприцепом с активным гидравлическим приводом. Бакалаврская работа. Пояснительная записка. Курсант: IV курса, 257 уч. гр. КИФ Чирков В.А. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБВОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2018. – 91 с.

26. Разработка предложений по созданию аварийно-спасательной машины с полуприцепом с электрическим приводом для применения в Арктической зоне РФ. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Курсант: IV курса, 257 уч. гр. КИФ Куликов В.А. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБВОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2018. – 69 с.

27. Разработка предложений по созданию поисково-спасательной машины, оснащенной поисковыми модулями для применения в Арктической зоне Российской Федерации.

Бакалаврская работа. Поясн. записка. Студент: IV курса ИФ Галимуллин Р.М. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2019. – 118 с.

28. Разработка предложений по созданию АСМ на базе четырехгусеничного шасси повышенной проходимости для использования в условиях Арктики. Магистерская диссертация. Поясн. записка. Слушатель магистратуры, рядовой Мухин М.В. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2019. – 107 с.

29. Разработка предложений по созданию АСМ на базе гусеничного шасси ДТ-10ПМ «Витязь» для применения в Арктической зоне РФ. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Курсант: IV курса, 257 уч. гр. КИФ Пушкарев Ю.К. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2019. – 98 с.

30. Разработка предложений по созданию машины повышенной проходимости для очистки Арктических территорий РФ от экологически опасных загрязнений. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Курсант: IV курса, 257 уч. гр. КИФ Курчин Д.В. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2019. – 88 с.

31. Разработка предложений по совершенствованию эксплуатационных свойств аварийно-спасательной машины на шасси АО «МК «Витязь» для применения в районах Крайнего Севера. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Курсант: IV курса, 263 уч. гр. КИФ Цыган И.И. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2020. – 64 с.

32. Разработка предложений по созданию аварийно-спасательной машины на шасси трактора «Беларусь» для применения в районах Крайнего Севера. Бакалаврская работа. Поясн. Записка. Студент IV курса, 361 уч. гр. ИФ Юдин Д.И. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2020. – 69 с.

33. Разработка предложений по совершенствованию комплекса машин и оборудования для безопасной утилизации древесины в лесонасаждениях с радиоактивным загрязнением. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Студент: IV курса, 361 уч. гр. ИФ Асламова А.Ю. Науч. рук. Кушляев В.Ф. Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2020. – 81 с.

34. Разработка предложений по созданию аварийно-спасательной машины на шасси трактора «Беларусь» для применения в районах Крайнего Севера. Бакалаврская работа. Пояснительная записка. Студент: IV курса, 361 уч. гр. ИФ Юдин Д.И. Науч. рук. Кушляев В.Ф. Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2020. – 69 с.

35. Разработка рекомендаций по совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта парка пожарных аварийно-спасательных автомобилей и оборудования учреждения «Витебское областное управление МЧС Республика Беларусь». Магистерская диссертация. Поясн. записка. Слушатель, майор ФПИС 682 уч. гр. Остапчук Д.М. Науч. рук. Кушляев В.Ф. – Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России», 2020. – 124 с.

36. Кушляев, В.Ф. Основные направления развития транспортно-

технологических машин для аварийно-спасательных и других неотложных работ в Арктической зоне Российской Федерации / В.Ф. Кушляев, А.А. Аграновский, А.Б. Сдобнов, В.А. Леонов, А.И. Ильин. Сборник докладов X Международного форума АРКТИКА – настоящее и будущее. Санкт-Петербург, 10–12 декабря 2020 forumarctic.com. aspolrf.ru – С. 216–238.

## REFERENCES

1. Ukaz Prezidenta RF ot 2 maya 2014 g. № 296 «O suhoputnyh territoriyah Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii».
2. «Ob Osnovah gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v Arktike na period do 2035 goda». Ukaz Prezidenta RF ot 5 marta 2020 g. N 164.
3. Gosudarstvennaya programma Respubliki Saha (YAkutiya) «Razvitie transportnogo kompleksa Respubliki Saha (YAkutiya) na 2018-2022 gody». Ukaz Glavy Respubliki Saha (YAkutiya) ot 27 noyabrya 2017 g. № 2220.
4. Transportnaya strategiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 22 noyabrya 2008 g. № 1734-r.
5. Kandelya, M.V. Strategiya i problemy primeneniya vysokoprohodimoy tekhniki dlya vypolneniya federal'noj celevoj programmy po razvitiyu Dal'nego Vostoka / M.V.Kandelya, V.N.Ryabchenko, A.V.Lipkan' // Sb.nauch.tr.- Habarovsk: TOGU, 2008. – S. 216–226.
6. Kushlyayev, V.F. Povyshenie prohodimosti i ustojchivosti avarijno-spasatel'nyh i pozharnyh mashin pri proektirovanii i ekspluatatsii// V.F.Kushlyayev, I.I. Cygan, A.V., Ignat'eva, K.K. Najdyuk, V.A. Leonov, A.I. Il'in. Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mekhanizmov: sbornik materialov IX Vserossijskoj nauchno- prakticheskoy konferencii, Ivanovo: 12 aprelya 2018 g. – Ivanovo: FGBOU VO. Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2018. – 629 s. – ISBN 978-5-6040373-3-. S.127-134.
7. Gur'ev A.T. K obosnovaniyu sistemy upravleniya i obespecheniya kompleksnoj bezopasnosti transportnyh potokov i tekhnologicheskikh processov arkticheskikh territorij / A.T. Gur'ev, V.F. Kushlyayev. Sbornik materialov XXV yubilejnoj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Preduprezhdenie. Spasenie. Pomoshch'». Himki: FGBOU VPO «AGZ MCHS Rossii» – 2015 – s. 60-63.
8. Leonov V.A. Gusenichnye mashiny povyshennoj prohodimosti dlya arkticheskikh uslovij / V.A. Leonov, V.F. Kushlyayev, V.G. Polevoj, A.A. Agranovskij. Sbornik materialov kruglogo stola na temu: «Prioritety realizacii gosudarstvennoj programmy vooruzheniya na 2018-2025 gody dlya spasatel'nyh voinskih formirovanij MCHS Rossii». Mezhdunarodnyj voenno-tekhnicheskij forum «Armiya – 2016». Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2016. – S. 44–50
9. Kushlyayev, V.F. Tekhnicheskie trebovaniya na opytnyj obrazec poiskovo-spasatel'noj mashiny na shassi AO «Bryanskij avtomobil'nyj zavod / V.F. Kushlyayev, A.A. Agranovskij, R.M. Galimullin, A.B. Sdobnov, S.E. Il'yuhin, N.A. Nahodkin. Kompleksnye problemy tekhnosfernoj bezopasnosti. Zadachi, tekhnologii i resheniya kompleksnoj bezopasnosti: sbornik statej po materialam XV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.; FGBOU VO «Voronezhskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet». – Voronezh: Izd-vo VGTU, 2019. CH. 1. – S. 83–90.
10. Patent MPK 0002683917: B60B35/10. «Transportnoe sredstvo povyshennoj prohodimosti». Data



ohranyaemogo dokumenta 02.04.2019. Avtory: Kushlyaev V.F., Gomonaj M.V.- AGZ, Il'in A.I., Agranovskij A.A.-AGZ, Cygan I.I.-kursant AGZ.

11. Kushlyaeva, O.V. Metodika optimal'nogo proektirovaniya ekspluatacionnyh parametrov rabochih organov mashin, primenyaemyh v chrezvychajnyh situacijah / O.V. Kushlyaeva, V.F. Kushlyaev. Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mekhanizmov: sbornik materialov IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Ivanovo: 12 aprelya 2018 g. – Ivanovo: FGBOU VO. Ivanovskaya pozharnospasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2018. – S. 127–134.

12. Kudryavcev, N.I. Special'nye mashiny zavoda OOO «VELMASH-S» dlya predotvrashcheniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij prirodnoho i tekhnogennogo haraktera / N.I. Kudryavcev, V.F. Kushlyaev, V.G. Polevoj, A.A. Agranovskij. Priority realizacii gosudarstvennoj programmy vooruzheniya na 2018-2025 gody dlya spasatel'nyh voinskih formirovanij MCHS Rossii». Mezhdunarodnyj voenno-tekhnicheskij forum «Armiya – 2016». Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2016. – S. 60–67.

13. Kushlyaev, V.F. Strukturnoe modelirovanie processov zhiznennogo cikla transportno-tekhnologicheskikh mashin dlya chrezvychajnyh situacij / V.F. Kushlyaev, A.T. Gur'ev, E.A., Demenkova, I.S. Vasendina. Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mekhanizmov: sbornik materialov XI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Ivanovo, 16 aprelya 2020 g. – Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozharnospasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2020. – 473 s. S.222 – 229. – ISBN 978-5-6042853-4-3.

14. Obosnovanie oblika gusenichnyh mashin povyshennoj prohodimosti,

prednaznachennyh dlya resheniya zadach MCHS. Otchet NIR. Dogovor № 13 ot 25.02.2014. Zakazchik OOO «EZSM «Kontinent». Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. Otvet. isp. Kushlyaev V.F., Agranovskij A.A., Gomonaj M.V., Malyshev V.A., Stasishin L.A., Ivanov V.A., Burovenceva O.A., Ignat'eva A.V. Leonov V.A. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2014. – 127 s. UDK 629.3.032.26. Inv. № 3124K.

15. Obosnovanie tekhnicheskikh trebovanij k special'noj gusenichnoj mashine povyshennoj prohodimosti. Otchet NIR. Etap 2. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. Otvet. isp. Kushlyaev V.F., Agranovskij A.A., Gomonaj M.V., Malyshev V.A., Stasishin L.A., Ivanov V.A., Burovenceva O.A. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii». – 2015 – 119 s. Inv. № 3324K/1.

16. Razrabotka krana gruzopod'emnost'yu do 25 tonn dlya vypolneniya avarijno-spasatel'nyh i drugih neotlozhnyh rabot. Otchet NIR № 77/5-PU. Zakazchik AO «Galichskij avtokranovyj zavod». Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. Otvet. isp. Kushlyaev V.F., Agranovskij A.A., Gomonaj M.V., Malyshev V.A., Stasishin L.A., Gladkoskok S.S., Hmelev A.S., Cygan I.I., Petrov G.K., Oneshko S.A. Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2016. – 120 s. Inv. № 3388K/1.

17. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu novogo oblika ASM na baze chetyrekhgusenichnogo shassi povyshennoj prohodimosti dlya ispol'zovaniya v usloviyah Arktiki. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Student: IV - go kursa IF Muhin M.V. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2016. – 78 s.

18. Razrabotka predlozhenij dlya povysheniya rabotosposobnosti i nadezhnosti ASM dlya uslovij Arktiki. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska.

Student: IV kursa IF Burovenceva O.A. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBVOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2017. – 117 s.

19. Razrabotka predlozhenij po povysheniyu ustojchivosti avarijno-spatatel'nyh mashin v usloviyah Krajnego Severa. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Student: IV kursa IF Ignat'eva A.V. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBVOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2018. – 82 s.

20. Razrabotka predlozhenij po povysheniyu osnovnyh ekspluatacionnyh parametrov ASM s kranovoj ustanovkoj dlya uslovij Krajnego Severa. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Student: IV kursa IF Najdyuk K.K. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2018. – 98 s.

21. Razrabotka predlozhenij po sovershenstvovaniyu remontno-evakuacionnoj kolesnoj mashiny legkogo klassa REM-KL-1 (shassi URAL) dlya primeneniya v chrezvychnykh situacijah. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Kursant: IV kursa, 256 uch.gr. KIF Usmanov R.R. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2018. – 72 s.

22. Razrabotka predlozhenij po sovershenstvovaniyu remontno-evakuacionnoj kolesnoj mashiny srednego klassa REM-KS (shassi AO «BAZ») dlya primeneniya v chrezvychnykh situacijah. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Kursant: IV kursa, 256 uch. gr. KIF Avakyan S.G. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2018. – 71 s.

23. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu ASM na baze gusenichnogo shassi DT 10PM «Vityaz'» dlya primeneniya v Arkticheskoj zone RF. Bakalavrskaya rabota. Poyasnitel'naya zapiska. Kursant: IV kursa, 257 uch. gr.

KIF Pushkarev YU.K. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2018. – 69 s.

24. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu mashiny povyshennoj prohodimosti dlya ochistki Arkticheskikh territorij RF ot ekologicheskikh opasnykh zagryaznenij. Bakalavrskaya rabota. Poyasnitel'naya zapiska. Kursant: IV kursa, 257 uch. gr. KIF Kurchin D.V. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2018. – 82 s.

25. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu ASM s polupricepom s aktivnym gidravlicheskim privodom. Bakalavrskaya rabota. Poyasnitel'naya zapiska. Kursant: IV kursa, 257 uch. gr. KIF Chirkov V.A. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2018. – 91 s.

26. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu avarijno spatatel'noj mashiny s polupricepom s elektricheskim privodom dlya primeneniya v Arkticheskoj zone RF. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Kursant: IV go kursa, 257 uch. gr. KIF Kulikov V.A. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2018. – 69 s.

27. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu poiskovo-spatatel'noj mashiny, osnashchennoj poiskovymi modulyami dlya primeneniya v Arkticheskoj zone Rossijskoj Federacii. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Student: IV kursa IF Galimullin R.M. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2019. – 118 s.

28. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu ASM na baze chetyrekhgusenichnogo shassi povyshennoj prohodimosti dlya ispol'zovaniya v usloviyah Arktiki. Magisterskaya dissertaciya. Poyasn. zapiska. Slushatel' magistratury, ryadovoj Muhin M.V. Nauch. ruk. Kushlyaev V.F. – Himki: FGBOU

VO «AGZ MCHS Rossii», 2019. – 107 s.

29. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu ASM na baze gusenichnogo shassi DT-10PM «Vityaz'» dlya primeneniya v Arkticheskoy zone RF. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Kursant: IV kursa, 257 uch. gr. KIF Pushkarev YU.K. Nauch. ruk. Kushlyayev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2019. – 98 s.

30. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu mashiny povyshennoj prohodimosti dlya oчитki Arkticheskikh territorij RF ot ekologicheskikh zagryaznenij. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Kursant: IV kursa, 257 uch. gr. KIF Kurchin D.V. Nauch. ruk. Kushlyayev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2019. – 88 s.

31. Razrabotka predlozhenij po sovershenstvovaniyu ekspluatacionnykh svojstv avarijno-spatatel'noj mashiny na shassi AO «MK «Vityaz'» dlya primeneniya v rajonah Krajnego Severa. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Kursant: IV kursa, 263 uch. gr. KIF Cygan I.I. Nauch. ruk. Kushlyayev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2020. – 64 s.

32. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu avarijno-spatatel'noj mashiny na shassi traktora «Belarus'» dlya primeneniya v rajonah Krajnego Severa. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. Zapiska. Student IV kursa, 361 uch. gr. IF YUdin D.I. Nauch. ruk. Kushlyayev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2020. – 69 s.

33. Razrabotka predlozhenij po sovershenstvovaniyu kompleksa mashin i oborudovaniya dlya bezopasnoj utilizacii drevesiny v lesonasazh-

deniyah s radioaktivnym zagryazneniem. Bakalavrskaya rabota. Poyasn. zapiska. Student: IV kursa, 361 uch. gr. IF Aslamova A.YU. Nauch. ruk. Kushlyayev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2020. – 81 s.

34. Razrabotka predlozhenij po sozdaniyu avarijno-spatatel'noj mashiny na shassi traktora «Belarus'» dlya primeneniya v rajonah Krajnego Severa. Bakalavrskaya rabota. Poyasnitel'naya zapiska. Student: IV kursa, 361 uch. gr. IF YUdin D.I. Nauch. ruk. Kushlyayev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2020. – 69 s.

35. Razrabotka rekomendacij po sovershenstvovaniyu sistemy tekhnicheskogo obluzhivaniya i remonta parka pozharnykh avarijno-spatatel'nykh avtomobilej i oborudovaniya uchrezhdeniya «Vitebskoe oblastnoe upravlenie MCHS Respublika Belarus'». Magisterskaya dissertaciya. Poyasn. zapiska. Slushatel', major FPIS 682 uch. gr. Ostapchuk D.M. Nauch. ruk. Kushlyayev V.F. – Himki: FGBOU VO «AGZ MCHS Rossii», 2020. – 124 s.

36. Kushlyayev, V.F. Osnovnye napravleniya razvitiya transportno-tekhnologicheskikh mashin dlya avarijno – spatatel'nykh i drugih neotlozhnykh rabot v Arkticheskoy zone Rossijskoj Federacii» / V.F. Kushlyayev, A.A. Agranovskij, A.B Sdobnov, V.A. Leonov, A.I. Il'in. Sbornik dokladov X Mezhdunarod-nogo foruma ARKTIKA - nastoyashchee i budushchee. Sankt-Peterburg, 10–12 dekabrya 2020 forumarctic.com. aspolrf.ru – S. 216–238.



**Старовойтов А.А., Малашенко С.М., Кашанкова В.В.**

**Разработка и внедрение в органы и подразделения МЧС Республики Беларусь облегченной модели шлема спасателя-пожарного**

*Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций»*

*Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск*

Рассматриваются актуальные проблемы разработки, научного сопровождения и освоения в производстве перспективной модели шлема спасателя-пожарного (далее – шлем) для оснащения органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (далее – ОПЧС).

*Ключевые слова:* шлем спасателя-пожарного, корпус шлема спасателя-пожарного, проектирование, испытания, масса

**A.A. Starovoitov, S.M. Malashenko, V.V. Kashankova**

**Development of a lightweight firefighter helmet model and implementation of it in the departments of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus**

*The institution “Scientific and Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations” of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk*

The actual problems of engineering, scientific support and implementation of an advanced model of a firefighter helmet are reviewed.

*Keywords:* firefighter helmet, firefighter helmet shell, engineering, testing, weight

Разработка конструкции корпуса шлема и его элементов производилась с использованием технологии 3D-моделирования. Трехмерная модель была спроектирована в результате многочисленных сканирований отечественных и зарубежных образцов аналогичных изделий с последующим построением математической модели, адресного изменения геометрии шлема и его дизайна с учетом требований технических нормативно-правовых актов, опыта

использования в ОПЧС и возможности крепления навесного оборудования.

Концептуальная модель шлема была утверждена в результате опроса личного состава, систематизации, анализа поступивших от структурных подразделений замечаний и предложений.

Таким образом, разработанная модель шлема представляет собой интеграцию оптимальных технических решений и опыта специалистов.

Утвержденное конструктивное исполнение позволило не только обеспечить защиту головы пожарного в полном соответствии с требованиями нормативной документации, но и при очевидном значительном улучшении эргономических свойств создать дополнительные возможности крепления вспомогательного оборудования и более оперативного и качественного выполнения поставленных перед личным составом задач.

При разработке перспективной модели шлема были выбраны следующие ключевые критерии:

- оптимальное сочетание прочностных свойств и массы шлема;
- обтекаемая эргономичная форма корпуса со слабовыпуклой купольной частью;
- удобство при носке, тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ;
- сохранение защитных свойств и эстетических параметров при длительном сроке эксплуатации;
- удобство при обслуживании (чистка, замена комплектующих и т.д.) и хранении;
- возможность комплектования вспомогательным оборудованием (фонарь, полнолицевая маска, видеокамера, средства связи, защитные очки и др.).

В рассматриваемом контексте огромное значение имел крайне осторожный и грамотный подход к подбору материалов для изготовления корпуса шлема и его элементов, поскольку они обязаны были обеспечить соблюдение довольно жестких параметров и ограничений, наиболее важными из которых стали:

- устойчивость к воздействию открытого пламени;
- масса не более 1,5 кг без дополнительной оснастки;
- механическая прочность и амортизационная способность;
- устойчивость корпуса шлема к перфорации;
- устойчивость корпуса шлема к воздействию агрессивных и химических сред;
- устойчивость корпуса шлема к воздействию высоких температур и тепловому излучению;
- защита от поражения электрическим током напряжением 660 и 1200 В при утечке тока через корпус шлема не более 1,2 мА;
- надежность и долговечность при использовании.

При подборе материала и технологии изготовления корпуса шлема учитывались указанные критерии, требования [1–6], а также экономическая эффективность будущего производства и стоимость конечной продукции [7–13].

На основании проведенного анализа для изготовления корпуса шлема выбран термостойкий композитный материал, метод формирования изделия – формовка методом прессования. Данный материал обладает малым удельным весом, необходимыми прочностными свойствами (низкой теплопроводностью, прочностью как у стали, биологической стойкостью, атмосферостойкостью) и имеет широкий спектр применения.

Следует отметить, что производство методом прессования получило широкое распространение благодаря своей экономичности и небольшому капиталовложению.

Формовка методом прессования имеет следующие преимущества:

- невысокая стоимость материалов и компонентов;
- невысокая стоимость оснастки для производства;
- небольшая стоимость оборудования, применяемого в процессе изготовления.

По результатам испытаний, проведенных в лабораториях производственно-технического центра Могилевского областного управления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (протокол испытаний № 9/15/2 от 02.08.2021) и производственно-

технического центра Витебского областного управления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (протокол испытаний № 38 от 11.06.2021, протокол испытаний № 51 от 05.08.2021), аккредитованных в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь в том числе на осуществление работ по оценке соответствия требованиям технических регламентов ЕАЭС, осуществлена доработка предложенной модели шлема 2018 года.

На рисунке 1 представлена модернизированная модель шлема.



Рисунок 1. – Шлем спасателя-пожарного

Корпус модернизированной модели шлема изготовлен из термостойкого композитного материала (высококачественная огнестойкая полиэфирная смола, армированная арамидным волокном, сэндвич-материалом и стеклотканью). Масса корпуса без вспомогательных элементов и внутренней оснастки – 650 г.

Покрытие корпуса – огнестойкий гелькоут, который наносится на начальной стадии изготовления

«в массе», что позволяет в дальнейшем защитить корпус от царапин и сколов. Цвет корпуса может быть любым по согласованию с заказчиком.

По краю корпуса шлема усилен углеродной лентой. Задняя часть корпуса выполнена сплошной с небольшим кантом. Также на корпусе имеется светонакопительная наклад-ка (огнестойкая смола, армированная углеродным волокном с люминесцентной добавкой), которая

обеспечивает свечение в темное время суток (рисунок 2). Внутри шлем оборудован дополнительным амортизатором из изолона.

Лицевой щиток (забрало) изготовлен из поликарбоната. Может быть покрыт тонирующим, износостойким покрытием (рисунок 3).



Рисунок 2. – Задняя часть корпуса шлема



Рисунок 3. – Тонирующее, износостойкое покрытие

На перспективную модель шлема разработано техническое описание шлема спасателя-пожарного ТО ВУ 290104327.028-2021.

С учетом опыта разработки вышеуказанной модели шлема спасателя-пожарного, испытаний шлемов отечественного и зарубежного производства и в рамках реализации

темы 2.1.13-031.19 «Плана государственной стандартизации Республики Беларусь» технический комитет по стандартизации Республики Беларусь ТК ВУ 35 «Средства обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения. Требования в области обеспечения пожарной безопасности», руководствуясь требованиями

пункта 71 Правил разработки межгосударственных стандартов, направил в Госстандарт для размещения в интегрированной автоматизированной информационной системе Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации на стадию «Принятие» окончательную редакцию проекта ГОСТ «Каски пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний».

В рамках дальнейшей работы по совершенствованию данной разработки совместно с холдингом «БелОМО» подготовлен фонарь индивидуальный пожарный с креплением к шлему с учетом специфики работы пожарных в условиях плотного задымления, что наглядно свидетельствует о сохранении положительной динамики, планомерности и диверсификации усилий руководства Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и научного сообщества по стимулированию и оперативному внедрению ориентированных на сохранение здоровья и безопасность личного состава изобретений и ноу-хау.

### **Заключение**

Разработанная модель шлема по своим эргономическим свойствам значительно превосходит имеющуюся отечественную модель шлема спасателя-пожарного.

Основные преимущества модернизированной модели:

- уменьшение массы на 150 г при сохранении прочностных свойств на необходимом уровне;
- эргономичность;
- повышенная защита корпуса от царапин и сколов;

– наличие элементов крепления вспомогательного оборудования.

Проведена процедура подтверждения соответствия изделия. Органом по сертификации РЦСиЭ проведен анализ производства РПУП «Униформ», выдан сертификат соответствия. В 2021 году в ОПЧС внедрено 1000 экз. облегченной модели шлема спасателя-пожарного.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Техника пожарная. Шлем пожарного. Общие технические требования и методы испытаний = Тэхніка пажарная. Шлем пажарнага. Агульныя тэхнічныя патрабаванні і метады выпрабаванняў: ГОСТ 30694-2000. – Введ. 01.09.2002. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. – 48 с.

2. Helmets for fire fighting in buildings and other structures: EN 443:2008. – Impl. 01.06.2008. – Brussels: The European Committee for Standardization, 2008. – 40 p.

3. Техника пожарная. Каски пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ Р 53269-2009. Введ. 01.05.2009. – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: Стандартинформ, 2009. – 23 с.

4. Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting: NFPA 1971:2013. – Введ. 05.12.2012 // National Fire Protection Association online catalog [Электронный ресурс] Режим доступа:



<http://catalog.nfpa.org/2013-NFPA-1971-Standard-on-Protective-Ensembles-for-Structural-Fire-Fighting-and-Proximity-Fire-Fighting-P1479.aspx?icid=B484>. – Дата доступа: 21.08.2015.

5. EN443 vs NFPA 1971 / Hemming Fire [Electronic resource]. – 2008. Mode of access: [http://www.hemmingfire.com/news/fullstory.php/aid/146/EN443\\_vs\\_NFPA\\_1971.html](http://www.hemmingfire.com/news/fullstory.php/aid/146/EN443_vs_NFPA_1971.html). – Date of access: 21.08.2016.

6. EN 443: 2008 Firefighters' helmets / Satra Technology [Electronic resource]. – 2008. Mode of access: <http://www.satrappeguide.com/EN443.php>. – Date of access: 21.08.2016.

7. Сверхпрочное синтетическое волокно Вниивлон, Информация ВНИИВ // Химические волокна. – 1971. – № 1. – С. 76.

8. Кудрявцев, Г.И. Термостойкие и негорючие волокна / Г.И. Кудрявцев, А.М. Щетини ; под ред. А.А. Конкина. – М., 1978. – С. 7–216.

9. Сверхпрочное высокомолекулярное синтетическое волокно СВМ / Г.И. Кудрявцев [и др.] // Химические волокна. – 1974. – № 6. – С. 70–71.

10. Yang, H.H. Aromatic high-strength fibers.

11. ManasChanda/Salil K. Roy” Industrial Polymers, Specialty Polymers, and Their Applications//CRC Press. – 2009.

12. C. Lawrence. High Performance Textiles and Their Applications// Woodhead Publishing. – 2014.

13. A. R. Horrocks and S. C. Anand Handbook of technical textiles// Woodhead Publishing. – 2000.

## REFERENCES

1. Tekhnika pozharnaya. Shlem p ozhar-nogo. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytaniy = Tekhnika pazharnaya. Shlem pazharnaga. Agul'nyya tekhnichnyya patrabavanni i metady vyprabavannya: GOST 30694-2000. – Vved. 01.09.2002. – Minsk: Mezhgos. Sovet po standartizacii, metrology i isertifikacii: Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2002. – 48 s.

2. Helmets for fire fighting in buildings and other structures: EN 443:2008. – Impl. 01.06.2008. – Brussels: The European Committee for Standartization, 2008. – 40 p.

3. Tekhnika pozharnaya. Kaski pozharnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy: GOST R 53269-2009. Vved. 01.05.2009. – Moskva: Federal'noe agentstvo po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii: Standart inform, 2009. – 23 s.

4. Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting: NFPA 1971:2013. – Vved. 05.12.2012 // National Fire Protection Association online catalog [Elektronnyj resurs] Rezhim dostupa:

<http://catalog.nfpa.org/2013-NFPA-1971-Standard-on-Protective-Ensembles-for-Structural-Fire-Fighting-and-Proximity-Fire-Fighting-P1479.aspx?icid=B484>. – Data dostupa: 21.08.2015.

5. EN443 vs NFPA 1971 / Hemming Fire [Electronic resource]. – 2008. Mode of access: [http://www.hemmingfire.com/news/fullstory.php/aid/146/EN443\\_vs\\_NFPA\\_1971.html](http://www.hemmingfire.com/news/fullstory.php/aid/146/EN443_vs_NFPA_1971.html).

ry.php/aid/146/EN443\_vs\_NFPA\_1971.html. – Date of access: 21.08.2016.

6. EN 443: 2008 Firefighters' helmets / Satra Technology [Electronic resource]. – 2008. Mode of access: <http://www.satrappeguide.com/EN443.php>. – Date of access: 21.08.2016.

7. Sverhprochnoe sinteticheskoe volokno Vniivlon, Informaciya VNIIV // Himicheskie volokna. – 1971. – № 1. – S. 76.

8. Kudryavcev G. I. Termozharostojkie i negoryuchie volokna / G. I. Kudryavcev, A. M. Shchetini ; pod red. A. A. Konkina. – M., 1978. – S. 7–216.

9. Kudryavcev, G.I. Sverhprochnoe vysokomodul'noe sinteticheskoe volokno SVM / G.I. Kudryavcev [i dr.] // Himicheskie volokna. – 1974. – № 6. – S. 70–71.

10. H. H. Yang. Aromatic high-strength fibers.

11. ManasChanda/Salil K. Roy” Industrial Polymers, Specialty Polymers, and Their Applications //CRC Press. – 2009.

12. C. Lawrence. High Performance Textiles and Their Applications// Woodhead Publishing. – 2014.

13. A. R. Horrocks and S. C. Anand Handbook of technical textiles// Woodhead Publishing. – 2000.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.171-177>

УДК 614.896.2; 677.072.6–037.4

**канд. техн. Наук Лукьянов А.С., Шатилов Ю.С., Цедик Н.В., Старовойтов А.А.**

**Доработка конструкции средств индивидуальной защиты рук спасателя и проведение испытаний разработанных образцов с целью определения оптимальной модели**

*Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск*

По результатам работы разработаны различные варианты конструкций средств защиты рук (далее – СИЗР), установлены их преимущества и недостатки, которые будут учтены при последующей доработке и изготовлении оптимальной модели СИЗР.

*Ключевые слова:* средства индивидуальной защиты рук, пакет материалов, варианты конструкции, эргономика, испытания

**Ph.D. (tech.) A.S. Lukyanov, Y.S. Shatilov, N.V. Tsedzik, A.A. Starovoitov**

**Improvement of the design of personal protective equipment for the rescuer's hands and testing of the developed samples in order to determine the optimal model**

*The institution “Scientific and Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations” of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk*

According to the results of the work, different designs of hand protection equipment (HPE) were developed, their advantages and disadvantages were established, which will be taken into account in the manufacture of the optimal HPE model.

*Keywords:* personal protective equipment of hands, set of materials, design variants, ergonomics, testing.

**Введение**

С целью установления путей совершенствования перчаток спасателя, применяющихся в подразделениях МЧС, проведена их оценка на основании отзывов из подразделений, а также анализа полученных травм при выполнении работ. По результатам проведенной работы установлено, что, несмотря на высокие

требования к защитным и эксплуатационным свойствам, отмечаются следующие недостатки СИЗР:

- после снятия нет возможности надеть на влажные руки;
- несоответствие антропометрическим данным по длине пальцев (короткие, узкие пальцы);
- внутренняя вставка в перчатках короче, чем сами перчатки;

- потеря внешнего вида;
- нарушение целостности материала верха после термического воздействия.

Для организации и проведения эксплуатационных испытаний, с целью определения достаточного уровня комфорта, эргономики, а также достаточности принятых конфигураций материалов НИИ ПБ и ЧС внесены предложения РПУП «Униформ» по различным вариантам конструкции и способам соединения элементов СИЗР.

Всего было изготовлено 10 пар экспериментальных образцов СИЗР, однако в качестве определения перспективной модели и организации изготовления экспериментальных образцов для эксплуатационных испытаний было определено четыре варианта конструкции.

### Основная часть

В ходе рассмотрения разработанных десяти вариантов различных конструкций СИЗР установлено, что наиболее оптимальными являются следующие четыре варианта:

*Конструкция № 4 (рисунок 1а).*



а)



б)

Ладонная часть выполнена из натуральной кожи толщиной 0,9–1,1 мм, материал верха – смесовая огнестойкая ткань.

Крага укороченная (длина 7 см), имеется регулировочный хлястик для фиксации перчатки на запястье, кончики пальцев и косточки кисти усилены защитными накладками из кожи, ладонная часть дополнительно усилена фигурной накладкой из натуральной кожи толщиной 0,9–1,1 мм.

*Конструкция № 5 (рисунок 1б).*

Крага укороченная (длина 7 см), утягивающий хлястик для фиксации перчатки на запястье заменен на резинку, кончики пальцев усилены защитными накладками из кожи, косточки кисти и тыльная сторона ладони усилены плотной кожей (юфть) для повышенной защиты и стойкости к ударам, ладонная часть дополнительно усилена фигурной накладкой из натуральной кожи толщиной 0,9–1,1 мм.

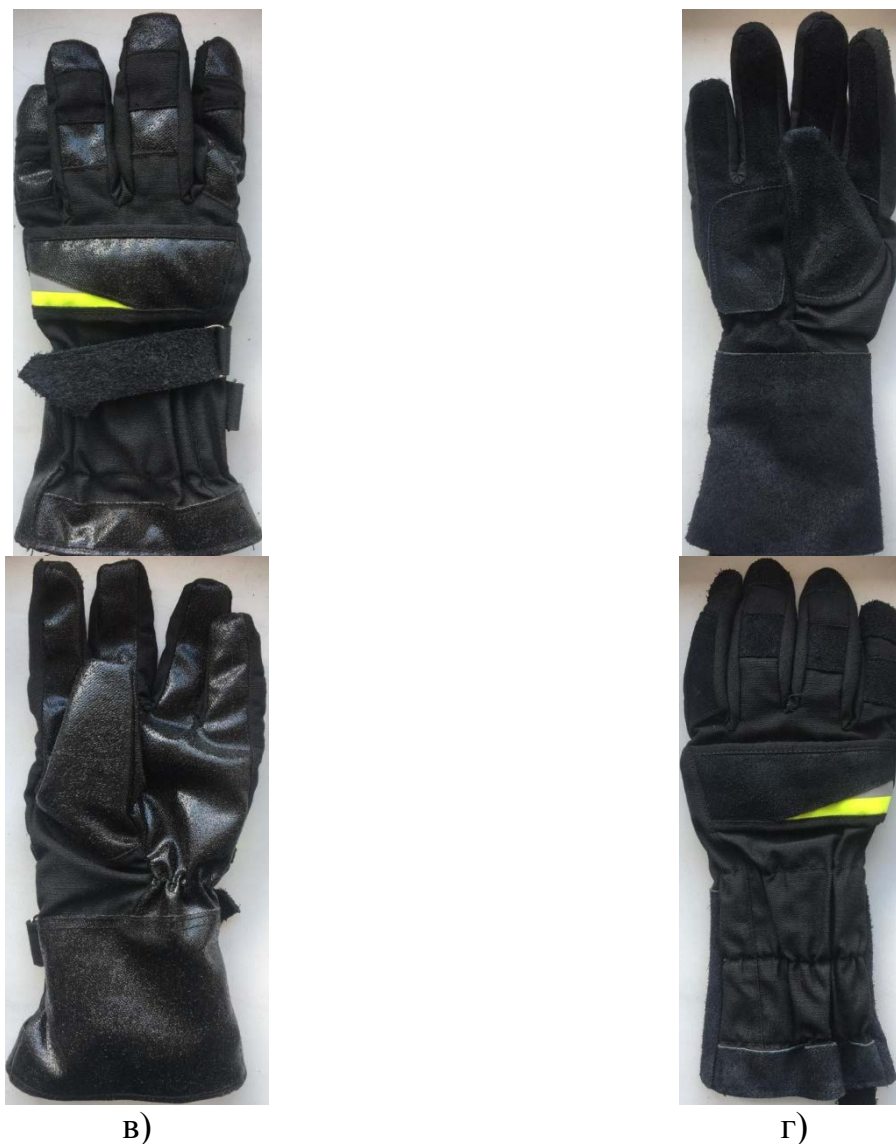


Рисунок 1. – Конструкции СИЗР

*Конструкция № 8* (рисунок 1в).

Ладонная часть выполнена из ткани с термостойким силиконовым покрытием, материал верха – огнетермостойкая ткань.

Крага укороченная (длина 7 см), имеется регулировочный хлястик для фиксации перчатки на запястье.

*Конструкция № 9* (рисунок 1г).

Ладонная часть и накладки выполнены из натуральной кожи толщиной 0,9–1,1 мм, материал верха – огнетермостойкая ткань.

Крага удлиненная (длина 12 см), регулировочный хлястик для фиксации перчатки заменен на до-

полнительную уплотнительную резинку, кончики пальцев и косточки кисти усилены защитными накладками из кожи.

С целью определения соответствия экспериментальных образцов СИЗР с доработанной конструкцией СТБ 1960-2009 [2] организованы и проведены испытания в лаборатории производственно-технического центра учреждения «Витебское областное управление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь».

Нормативным документом [2] устанавливаются требования к изде-

лию в целом по следующим показателям:

1) масса одной пары СИЗР – не более 0,6 кг;

Выбранные пакеты материалов, в том числе с применением усиленной кожи и фигурных ладонных накладок, обеспечивают сохранение небольшой массы СИЗР всех видов конструкции (0,36–0,4 кг) и соответствуют нормативному требованию.

2) устойчивость материалов СИЗР к контакту с нагретой до

400°С твердой поверхностью не менее 10 с;

Испытания проводились в электропечи с использованием контактирующей пластины из керамических материалов (рисунок 2). Для измерения температуры пластины, а также температуры на внутренней поверхности испытываемого образца использовались специально предназначенные термопары.

Результаты испытаний представлены в таблице 1.



Рисунок 2 – Проведение испытания и оценка результатов

Таблица 1. – Определение устойчивости СИЗР к контакту с нагретыми до 400 °С твердыми поверхностями

№ образца	Температура контактирующей поверхности, °С	Время воздействия, с	Разрушение материала верха и внутреннего слоя изделия	Отслоение покрытия от тканевой основы, воспламенение	Максимальная температура на внутренней стороне поверхности изделия, °С		Соответствие СТБ 1960-2009 таблица 3 строка 4
					фактическая	нормативная, не более	
1	400	10	нет	нет	38	50	соответств.
2			нет	нет	35		соответств.
3			нет	нет	44		соответств.
4			нет	нет	39		соответств.

Анализ результатов испытаний показал высокую стойкость к термическому воздействию всех видов пакетов материалов и конструкций. Применение фигурных накладок

значительно повышает уровень защиты как от высокой температуры окружающей среды и поверхностей, так и от механических воздействий не понижая эргономики изделия.

3) определение водонепроницаемости швов СИЗР;

4) определение устойчивости СИЗР к воздействию растворов поверхностно-активных веществ (далее – ПАВ).

Анализ конструкции по результатам разборки СИЗР показал, что имеются повреждения мембраны в районе кончиков пальцев. Это может быть связано с некачественной обработкой изделия (пробивание иглой при стачивании деталей).

В аккредитованной испытательной лаборатории «Центр испытаний и сертификации ТООТ» проведены испытания на соответствие ГОСТ EN 388 [1] пакетов материалов перспективной модели СИЗР. Результаты свидетельствуют о том, что пакет материалов для СИЗР с применением в качестве ладонной части и накладки натуральной кожи толщиной 0,9–1,1 мм соответствует наивысшим уровням защиты по стойкости к проколу, раздиру, порезу по [1].

С целью определения преимуществ и недостатков образцов СИЗР с доработанной конструкцией про-

ведены их эксплуатационные испытания в подразделениях ОПЧС, имеющих большой опыт работы со средствами индивидуальной защиты, согласно специально разработанной методике. Эксплуатационные испытания являются неотъемлемой частью разработки средств индивидуальной защиты. Их результаты позволяют выявить «узкие» места разрабатываемых СИЗ для последующей доработки при постановке на производство.

Предварительный осмотр СИЗР установил, что дефекты, способные привести к повреждению кожи и вызвать дискомфорт при носке, отсутствуют во всех вариантах конструкции. Конструкция обеспечивает удобство надевания и снятия СИЗР, в том числе на мокрую руку. Время снятия не превышает 3-х секунд, что свидетельствует о положительном влиянии хлопчатобумажной подкладки.

Конструкция верхней части СИЗР, за исключением конструкции с удлиненной крагой, обеспечивает совместимость с конструкцией рукавов БОП (рисунок 3).



Рисунок 3 – Совместимость СИЗР с конструкцией рукавов БОП

Конструкции СИЗР обеспечивают свободу движения рук, в том числе в экстремальных положениях.

Обеспечивается комфортность и удобство СИЗР при выполнении работ и упражнений (рисунок 4).



Рисунок 4 – Проведение испытаний

Вместе с тем по конструкциям СИЗР имеются следующие недостатки:

1. Конструкции №№ 1, 2 не обеспечивают должную фиксацию изделия на руке: при зацепе за конструкцию возможно случайное снятие СИЗР.

2. Конструкция № 1 – в ладонной части при сгибании запястья собираются излишки материала ладонной части, что негативно влияет на свободу движений.

3. Конструкция № 1 – большой размер пальцев.

4. Конструкции №№ 1, 2 – большой палец выполнен с большим запасом свободного пространства.

По данным замечаниям поступили следующие предложения:

– выполнить резинку на манжете более плотной для облегания СИЗР на запястье или дополнить конструкцию утягивающим хлястиком;

– размер краги выполнить меньшего диаметра для улучшения совместимости с БОП.

### Заключение

Результаты испытаний разработанных образцов СИЗР показали, что все выбранные виды конструкций соответствуют высоким уровням защиты по стойкости к проколу, раздиру, порезу. Материалы СИЗР показали высокую устойчивость к контакту с нагретыми до 400 °С твердыми поверхностями. Масса одной пары СИЗР составляет не более 0,4 кг, что значительно ниже нормируемого показателя по [2].

Анализ результатов испытаний показал высокую стойкость к термическому воздействию всех видов пакетов материалов и конструкций. Применение фигурных накладок значительно повышает уровень защиты как от высокой температуры окружающей среды и поверхностей,



так и от механических воздействий, не понижая эргономики изделия.

По итогам проведенных эксплуатационных испытаний установлены преимущества и недостатки моделей СИЗР. Полученные замечания и предложения будут учтены при последующей доработке СИЗР и изготовлении полного комплекта лекал, а также образца-эталоны.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки защитные от механических воздействий. Технические требования. Методы испытаний: ГОСТ EN 388-2012. – Введ. 01.09.13. – Минск : Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. – 24 с.

2. СТБ 1960-2009. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук пожарных. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293725/4293725188.pdf>. – Дата доступа: 16.11.2021.

### REFERENCES

1. Mezhgosudarstvennyj standart. Sistema standartov bezopasnosti truda. Sredstva individual'noj zashchity ruk. Perchatki zashchitnye ot mekhanicheskikh vozdejstvij. Tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy : GOST EN 388-2012. – Vved. 01.09.13. – Minsk : Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2012. – 24 s.

2. STB 1960-2009. Sistema standartov bezopasnosti truda. Sredstva zashchity ruk pozharnyh. Obshchie tekhnicheskie usloviya [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293725/4293725188.pdf>. – Data dostupa: 16.11.2021.



## ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.178-186>

УДК 669. 553

канд. тех. наук, доцент Горовых О.Г., д-р биол. наук, проф.  
Саевич К.Ф.\*

### Ликвидация нефтяных разливов на твердой поверхности с использованием отходов Гомельского химического завода

*ПВТ, Минский городской технопарк, ООО «Белспецкомплект», г. Минск  
\*Белорусский государственный экономический университет, г. Минск*

Показана возможность и эффективность создания заграждений из дигидросульфата кальция, полученного из фосфогипса – отхода Гомельского химического завода, при разливе нефти и нефтепродуктов на твердых поверхностях. Представлены данные по сорбционной емкости нефти дигидросульфатом кальция в зависимости от дисперсности и наличия гидрофобизатора.

*Ключевые слова:* разливы нефти и нефтепродуктов, локализация разливов, твердые поверхности, заграждение, сорбционные материалы, фосфогипс, дигидросульфат кальция

**Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof. O.G. Gorovykh, Grand Ph.D. (Biol.), Prof. K.F. Saevich**

### Elimination of oil spill on solid surface using Gomel chemical plant waste

*HTP, Minsk City Technopark, LLC «Belspetskomplekt», Minsk  
Belarusian State Economic University, Minsk*

The possibility and efficiency of creation of barriers from calcium dihydrosulfate obtained from phosphogypsum - a waste of the Gomel chemical plant, in case of oil spill on solid surfaces is shown. The data on the sorption capacity of oil with calcium dihydrogen sulfate, depending on the dispersion and the presence of a hydrophobizator, are presented.

*Keywords:* oil and oil product spills, solid surfaces, barriers, sorption materials, phosphogypsum, calcium dihydrogen sulfate

#### Введение

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов (далее – ННП), возникающие при различных операциях с ННП, являются одними из наиболее опасных по своим последствиям, начиная от гибели людей и кончая нарушением функционирования экосистем. При разливе ННП

на любой вид поверхности (твердая, водная, покрытая растительностью и т.д.) всегда, что предусмотрено в каждом плане ликвидации аварийных разливов, первым этапом является локализация разлива с целью предупреждения его дальнейшего распространения и минимизации площади загрязненной поверхности.

Локализация нефтяного разлива подразумевает создание заграждений: защитных экранов, барьеров и т.п., препятствующих распространению нефтяного загрязнения [1]. Заграждения могут выполняться из различных материалов, основное требование к которым, – это незначительная скорость горизонтальной сорбции разлившихся ННП, чтобы загрязнитель быстро не проникал на другую сторону заграждения. Формирование заграждений должно проводиться в минимально короткие сроки, а именно на твердых поверхностях в течение 6 часов [2]. Первый этап очистки почвы от ННП, кроме формирования заграждения, может состоять из направления потока ННП в специально подготовленные приемники по нефтенакопительным и дренажным канавкам, оборудованные ям-накопителей (ловушек). Размеры ловушек, дамб и канав определяются условиями местности, шириной и интенсивностью потока нефти (далее – НП) [3].

В основном для создания заграждений используются земляные или песчаные насыпи с глиняным зубом [3], в зимний период возможно использование снежных заградительных дамб с обязательным уплотнением снега. Локализация разлива ННП также производится мешками с песком или установкой заграждений с использованием специальных разборных подпорных стенок (барьеров или щитов) или применением локализирующих бонов, изолирующих (многотрубчатых, гидробалластных), сорбционно-механических (сорбционно-удерживающих).

Барьеры для локализации разлива также могут создаваться из материалов, способных в той или иной мере к адсорбции разлившихся ННП – это могут быть природные как органические, так и неорганические сорбенты. Основная их ценность определяется доступностью, низкой стоимостью, простой технологией применения. Использование заграждений (обволочки) позволяет собрать часть продукта в чистом виде без необходимости извлекать его затем из сорбента.

У каждого вида материала, который используется при ликвидации разливов НП на твердых поверхностях, есть свои преимущества и недостатки. Поэтому при использовании тех или иных материалов надо исходить из области их применения и делать выбор, учитывая наиболее важные в конкретных обстоятельствах характеристики. Одним из таких материалов, которые можно использовать для создания барьеров и сорбции разлившихся ННП, является мелкодисперсный дигидрат сульфата кальция (далее – ДГСК).

*Цель исследования:* рассмотрение возможности использования ДГСК для создания заграждений при разливе ННП на твердые поверхности (асфальт, бетон, почва).

### **Основная часть**

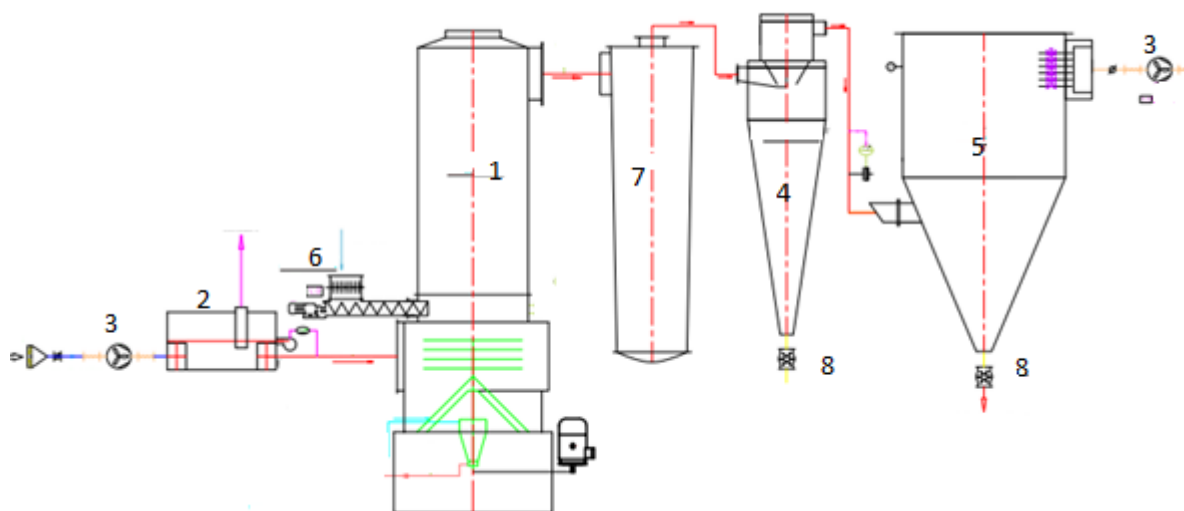
Рассмотрение ДГСК в качестве материала для изготовления обволочки места разлива было обусловлено его доступностью в Республике Беларусь, дешевизной и необходимостью использования отходов, накопленных за годы работы Гомельского химического завода.

ДГСК с содержанием основного продукта не менее 98 % можно получить из фосфогипса – отходов производства экстракционной фосфорной кислоты. На территории Гомельского химического завода за 50-летний период его функционирования в отвалах скопилось более 18 млн тонн отходов фосфогипса, их количество продолжает постоянно увеличиваться [4]. Ежемесячно количество образуемых отходов фосфогипса в Беларуси составляет около 70 тыс. тонн [5].

Ежегодное образование фосфогипса во всем мире оценивается от

100 до 280 М тонн [6]. Накопленные отходы фосфогипса являются источником загрязнения грунтов, поверхностных и подземных вод [7].

Для получения дигидрата сульфата кальция из фосфогипсовых отходов необходимо провести удаление сорбционной воды, так как влажность отвального фосфогипса составляет 13–28 %, и в таком состоянии он непригоден для быстрого и качественного формирования заграждения по периметру разлива. Удаление сорбционной влаги из фосфогипса осуществлялось во флеш-сушилке (рисунок 1).



1 – флеш-сушилка; 2 – топливная печь косвенного действия; 3 – воздуходувка; 4 – циклон; 5 – рукавные фильтры; 6 – питающий шнек; 7 – устройство досушки; 8 – выгрузные устройства

Рисунок 1. – Принципиальная схема флеш-сушилки

Влажность полученного ДГСК контролировали с помощью анализатора влажности Элвиз-2С при температуре нагрева 55 °С [8]. Дисперсность полученного после сушки дигидрата сульфата кальция опреде-

ляли ситовым методом с использованием вибростенда и набора сит: 0,045; 0,05; 0,08; 0,1 и 1. Дисперсность полученного ДГСК представлена в таблице 1.

Таблица 1. – Гранулометрический состав образцов дигидрата сульфата кальция

Точка отбора ДГСК	Размер сита				
	<0,045	<0,05	<0,08	<0,1	<1
	Содержание, %				
С фильтров	65–72	25–30	3–5	–	–
Из циклона	20–35	45–50	10–12	3–10	–

*А. Испытания на возможность создания обваловки из ДГСК.*

Из порошка ДГСК формировали кольцевой барьер, внутрь которого помещали нефть (рисунок 2). Высота барьера – 15 мм. Влажность ДГСК – 0,02 %. Внутри кольца из ДГСК вливали нефть известной массы.

При поглощении нефти кольцевым заграждением из ДГСК, ее вновь доливали внутрь кольца. Об-

щий объем помещенной внутрь кольца нефти составил 41 г. Сорбционная емкость в данном испытании составила 0,7 г нефти/г ДГСК. Удержание нефти составило более 20 часов.

При аналогичном испытании с заграждения из песка время удержания нефти не превышало 1,5 минут, после чего добавляемая нефть вытекала с наружной стороны кольцевого барьера (рисунок 3).



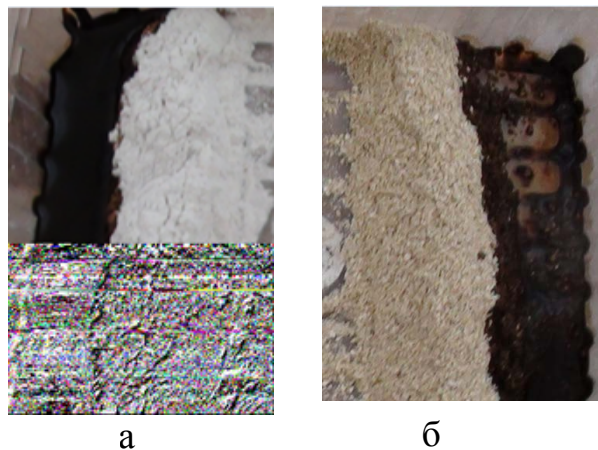
Рисунок 2. – Нефть внутри кольцевой обваловки из ДГСК



Рисунок 3. – Нефть внутри кольцевой обваловки из песка

Также в качестве обваловки разлива нефти использовали слой из вспученного вермикулита. Испытание показало, что вермикулит быст-

ро впитывает нефть (рисунок 4), что приводит к невозможности ее сбора внутри создаваемой обваловки.



а – ГДСК; б – вермикулит

Рисунок 4. – Барьеры из ДГСК и вермикулита, удерживающие нефть

На фотографии видно, что нефть не впитывается ДГСК, а удерживается им, что дает возможность собрать ее механическим способом, в то время как справа та же порция нефти впиталась в вермикулит.

#### *Б. Определение сорбционной емкости ДГСК*

Так как ДГСК является мелкодисперсным материалом, то использовать стандартные методики, например [9], для определения статической сорбционной емкости (далее – СЕ) не представляется возможным. Поэтому определение СЕ

ДГСК проводили следующим образом.

В стакан помещали ДГСК или иной материал, затем наливали нефть (фиксировали ее массу) и по прошествии некоторого времени извлекали сформировавшийся комок насыщенного нефтью сорбирующего материала (рисунок 5). Измеряли массу сформировавшегося комка, состоящего из ДГСК, насыщенного нефтью. Увеличивали время контакта нефти с ГДСК, затем также извлекали из стакана материал, пропитанный нефтью, и вычисляли сорбционную емкость (таблица 2).



а – стакан с ДГСК; б – стакан с вермикулитом

Рисунок 5. – Определение сорбционной емкости ДГСК

Таблица 2. – Сорбционная емкость ДГСК

Сорбционный материал	Время контакта, мин	Сорбционная емкость, г нефти/г сорбента
ДГСК из циклона	6	0,25
	37	0,26
	4260 (71 ч)	0,14
ДГСК из циклона с гидрофобизатором (1,5 % стеарата Са)	45	0,19
	103	0,19
	237	0,16
ДГСК из фильтров	30	0,59
	2880 (48 ч)	0,68
	2880 (48 ч)	0,67

### Обсуждение полученных результатов

Проведенные лабораторные исследования показали, что создание заграждения из ДГСК возможно и более эффективно, чем использование заграждений из песка или нефтесорбентов. Так, при толщине барьера из песка, равной 2 см, время проникновения сквозь барьер составило 1,5 минут (результаты лабораторного эксперимента), время удержания разлившейся жидкости при заграждении из мешков, наполненных песком, уложенных в один ряд, при размерах мешка примерно 60 см, будет составлять не более одного часа, что недостаточно для сдерживания разлива ННП.

Применение же сорбентов не обеспечит максимальный сбор разлившегося материала в чистом виде и увеличит объем работ по извлечению ННП из сорбента и затраты на утилизации или регенерацию сорбента.

*Пример гипотетической аварии и временных и материальных затрат на ее проведение с использованием ДГСК.*

В работе [10] рассматривается гипотетическая авария автоцистер-

ны-прицепа, перевозившего бензин объемом  $30 \text{ м}^3$ , с образованием площади разлива  $600 \text{ м}^2$  при толщине разлива 5 см (диаметр разлива  $28 \text{ м}^2$ ). По оценкам авторов, для ее ликвидации необходимо 3 единицы техники (самосвал, экскаватор и бульдозер) и 5 работников спасательной службы для создания земляного заграждения, снятия 20 см слоя почвы и вывоза ее на специальные полигоны, причем общий суммарный экологический ущерб с учетом восстановления плодородного слоя земли составит не более 100 тыс. рос. руб. (1352 \$).

Рассчитаем затраты на ликвидацию аналогичной аварии и при использовании ДГСК как материала для создания барьера при разливе углеводородных жидкостей.

Примем объем цистерны также  $30 \text{ м}^3$  с плотностью углеводородного материала  $800 \text{ кг/м}^3$ , масса разлившегося продукта составит 24 т. Длина барьера будет равна половине периметра разлива (для локализации разлива нефтепродуктов окружающей барьер создается только с одной из сторон разлива, со стороны уклона местности)  $L \approx 90/2 = 45 \text{ м}$ . При скорости формирования барьера

3 м/мин барьер будет создан одним оператором за 15 мин, при увеличении количества спасателей – пропорционально меньшее время.

Для создания барьера, равного 10 см (так как высота слоя разлившейся нефти равна 5 см) с углом скола 42 градуса (установлено авторами экспериментально), объем барьера составит  $0,10 \cdot 0,15 \cdot 45 = 0,675 \text{ м}^3$ .

Масса ДГСК для формирования ограждения равна  $m = V \cdot \rho = 0,68 \text{ м}^3 \cdot 950 \text{ кг/м}^3 \approx 645 \text{ кг}$ . Такая масса может быть доставлена к месту разлива автомобилем быстрого реагирования. Время создания барьера составляет 15 мин. По сравнению с временем локализации, указанным в [10] и равным 4 часа, оно сократилось 16 раз. Так как время удержания барьером разлившегося ННП составляет не менее 20 часов, это даст возможность производить сбор продукта до остаточной высоты, определяемой используемым оборудованием. Стоимость 645 кг ДГСК равна 322 бел. рублей (128 \$), что значительно ниже затрат при создании земляного обваловки-барьера и развертывания сил для откачки.

Если принять, что доставка ДГСК к месту разлива была произведена в течение 2-х часов, а время откачки разлитого нефтепродукта составило 3 часа, то с учетом времени создания барьера примем время проникновения в грунт 6 часов. Приняв коэффициент фильтрации в пределах 0,44 м/сут. [11], получаем, что за 6 часов проникновение вглубь грунта ННП составит 0,11 м. Тогда общий объем почвы, подлежащей восстановлению, составит  $66 \text{ м}^3$ . Данный объем можно снять в течение 5 часов экскаватором.

Приняв, что работает один экскаватор с производительностью  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ , и определив время его работы ( $T$ ) по формуле

$$T = \frac{V_{\text{грунта}}}{Q}$$

где  $V$  – объем снятого грунта,  $\text{м}^3$ ;

$Q$  – производительность экскаватора,  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,

получаем время работы, равное 3,3 часа ( $T = 66/20 = 3,3$  часа).

Тогда общее время ликвидации разлива составит

$$0,25 + 3 + 3,3 = 6,55 \text{ часа} \approx 7 \text{ часов.}$$

### Выводы

Представленные расчеты временных и материальных затрат на проведение ликвидации гипотетической аварии с разливом  $30 \text{ м}^3$  углеводородной жидкости также показали, что использование барьера из ДГСК можно рекомендовать для использования при проведении аварийно-спасательных работ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Королев, В.А., Ситар К.А. Методы очистки грунтов от нефтяных загрязнений. Сергеевские чтения. Выпуск 6. Инженерная геология и охрана геологической среды. Современное состояние и перспективы развития. / Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной экологии и гидроэкологии (23-24 марта 2004). – М. : ГЕОС, 2004. – С. 267–270.
2. Постановление Правительства РФ от 15.04.2002 № 240.
3. Брусницына, Л.А. Причины и организационно-технические ме-



роприятия по сбору разлитой нефти, нефтепродуктов и порядок их применения на разных видах местности. Технологии гражданской безопасности, местности / Л.А. Брусницына, В.В. Куликов, О.А. Медведев // Технологии гражданской безопасности. – 2013. – № 3 (37). – С. 66–69.

4. Технологии переработки фосфогипса на высокообжиговые гипсовые вяжущие и сульфоалюминатный модификатор для растворов и бетонов / А.А. Мечай [и др.] // Строительная наука и техника. – 2009. – № 5. – С. 64–69.

5. Репортаж с горхимзавода: здесь может вырасти лес или появиться горнолыжная трасса. Режим доступа: <https://gomelnews.onliner.by/2013/06/11/fosfogips>. Дата доступа: 31.08.2021.

6. Environmental impact and management of phosphogypsum (англ.) // Journal of Environmental Management. – 2009-06-01. – Vol. 90, iss. 8. – P. 2377–2386. – ISSN 0301-4797. – doi:10.1016/j.jenvman.2009.03.007.

7. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2013 г. / Под ред. В. Ф. Логинова. – Минск : Нац. Акад. наук Беларуси, 2014. – 364 с.

8. «Элвиз-2С» анализатор влажности [Электронный ресурс] // Eliza.nt-rt.ru. – Режим доступа: <https://eliza.nt-rt.ru/images/manuals/Elviz.pdf>. – Дата доступа: 13.11.2020.

9. Уголь активированный. Стандартный метод определения сорбционных характеристик адсорбентов = Вугаль актываваны. Стандартны метады вызначэння сорбцыйных характарыстык адсарбентаў : ГОСТ 33627–2015. – Вед. РБ

01.09.17. – Минск : Госстандарт, 2017. – II, 11 с.

10. Малышев, Б.В. Оценка возможных последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в результате дорожно-транспортных происшествий. Обоснование оптимального состава сил и средств локализации и ликвидации последствий аварий / Б.В. Малышев, Н.А. Ефимов // Технологии гражданской безопасности. – 2009. – № 1–2. – С. 116–121.

11. Трацевская, Е.Ю. Устойчивость геологической среды к загрязнению нефтепродуктами / Е.Ю. Трацевская // Белорусско-российский научно-практический семинар. Технологии ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Тезисы докладов. Новополоцк, 1–2 июня, 2004 года. – Минск, 2004. – С. 79–81.

## REFERENCES

1. Korolev, V.A., Sitar K.A. Metody ochistki gruntov ot neftyanykh zagryazneniy. Sergeevskiy chteniya. Vypusk 6. Inzhenernaya geologiya i okhrana geologicheskoy sredy. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya. / Materialy godichnoy sessii Nauchnogo soveta RAN po problemam geoeologii, inzhenernoy ekologii i gidroekologii (23-24 marta 2004). M. : GEOS, 2004. – S. 267-270.

2. Postanovleniye Pravitel'stva RF №240 ot 15.04.2002g.

3. Brusnitsyna, L. A., Kulikov, V. V., Medvedev, O. A. Prichiny i organizatsionno-tekhnicheskiye meropriyatiya po sboru razlitoy nefti, nefteproduktov i poryadok ikh primeneniya na raznykh vidakh mestnosti. Tekhnologii grazhdanskoy bezopasnosti, mestnosti

// Tekhnologii grazhdanskoy bezopasnosti. – 2013. – №3 (37). – S. 66-69.

4. Mechay, A.A., Novik, M.V., Baranovskaya, Ye.I., Sakovich, A.A., Minakovskiy, A.F. Tekhnologii pere-rabotki fosfogipsa na vysokoob-zhigovyye gipsovyye vyazhushchiye i sul'foaluminatnyy modifikator dlya rastvorov i betonov. // Stroitel'naya nauka i tekhnika. – 2009, – №5, – S. 64-69.

5. Reportazh s gor khimzavoda: zdes' mozhет vyrasti les ili poyavit'sya gornolyzhnaya trassa. Rezhim dostupa: <https://gomelnews.onliner.by/2013/06/11/fosfogips>. Data dostupa: 31.08.2021.

6. Environmental impact and management of phosphogypsum (angl.) / Journal of Environmental Management. – 2009-06-01. – Vol. 90, iss. 8. – P. 2377–2386. – ISSN 0301-4797. – doi:10.1016/j.jenvman.2009.03.007.

7. Sostoyaniye prirodnoy sredy Belarusi: ekol. byul. 2013 g. / Pod red. V.F. Loginova. – Minsk : Nats. Akad. nauk Belarusi, 2014. – 364 s.

8. «Elviz-2S» analizator vlazhnosti [Elektronnyy resurs] // Eliza.nt-rt.ru. – Rezhim dostupa: <https://eliza.nt-rt.ru/images/manuals/Elviz.pdf>. – Data dostupa: 13.11.2020.

9. Ugol' aktivirovanny. Standartnyy metod opredeleniya sorbtsionnykh kharakteristik adsorbentov = Vugal' aktyvavany. Standartnyy metod vyznachennya sarbtsyynykh kharaktarystyk adsorbentaŭ : GOST 33627–2015. – Ved. RB 01.09.17. – Minsk : Gosstandart, 2017. – II, 11 s.

10. Malyshev, B. V., Yefimov, N. A. Otsenka vozmozhnykh posledstviy avariynykh razlivov nefi i nefteproduktov v rezul'tate dorozhno-transportnykh proisshestviy. Obosnovaniye optimal'nogo sostava sil i sredstv lokalizatsii i likvidatsii posledstviy avariy. // Tekhnologii grazhdanskoy bezopasnosti, 2009. – №1-2. – S.116-121.

11. Tratevskaya, Ye. YU. Ustoychivost' geologicheskoy sredy k zagryazneniyu nefteproduktami. // Belorussko-rossiyskiy nauchno-prakticheskiy seminar. Tekhnologii likvidatsii posledstviy avariynykh razlivov nefi i nefteproduktov. Tezisy dokladov. Novopolotsk, 1-2 iyunya, 2004 goda, Minsk, 2004. – S. 79-81.



DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.187-192>

УДК 623.459.64(075)

**Мухамедов И.И., Мухамедов Ш.Н.**

### **Совершенствование работы звена газодымозащитной службы на основе средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения**

*Академия МЧС Республики Узбекистан, г. Ташкент*

В исследовании проводится анализ поисково-спасательных работ, проводимых звеном газодымозащитной службы МЧС. Обоснована зависимость между временем проведения работ и расходом воздуха в баллонах дыхательных аппаратов со сжатым воздухом.

*Ключевые слова:* звено газодымозащитной службы, дыхательный аппарат

**I.I. Mukhamedov, Sh.N. Mukhamedov**

### **Improving of the work of the firefighters based on the improving compressed air breathing system**

*Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan, Tashkent*

The search and rescue operations carried out by the firefighters with compressed air breathing system were analyzed. The interdependence between the time of work and the air flow rate in the compressed air breathing system was substantiated.

*Keywords:* firefighter, compressed air breathing system.

Одна из основных задач звеньев газодымозащитной службы (далее – ГДЗС) на пожаре – незамедлительное оказание помощи людям, которым угрожает опасность. Особую опасность для жизни людей на пожарах представляет воздействие дымовых газов, содержащих токсичные продукты горения и разложения различных веществ и материалов [1].

Однако при использовании дыхательных аппаратов в среде, непригодной для дыхания, необходимо помнить и об ограниченном времени защитного действия средств индивидуальной защиты органов дыхания (далее – СИЗОД). При поиске

в задымленной среде в подземных или высотных зданиях нуждающихся в спасении у газодымозащитников увеличивается не только интенсивность физической нагрузки, но и психологическая нагрузка, вызываемая высокой ответственностью за решение поставленной задачи. В этом случае расход воздуха (кислорода) в баллонах СИЗОД значительно возрастает, а время защитного действия дыхательного аппарата уменьшается [5].

Для подтверждения этого факта авторами проведен практический эксперимент спасательных работ в среде, непригодной для дыхания. Эксперимент заключался в опреде-

лении взаимосвязи между временем на проведение спасательных работ и расходом воздуха в баллонах дыхательных аппаратов со сжатым воздухом (далее – ДАСВ) при поиске и спасении «пострадавших» в подвале (туннеле) и высотном здании.

### **Пояснительная часть эксперимента**

Объектом исследования являются спасательные работы по поиску и обнаружению пострадавших звеном ГДЗС, предметом – продолжительность спасательных работ (поиска пострадавших) и расход воздуха в баллонах ДАСВ.

Целью эксперимента является обоснование зависимости времени спасательных работ и расхода воздуха в баллонах ДАСВ при поиске, обнаружении и спасении из подвала (туннеля) и высокоэтажного здания.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: при одинаковых условиях эксперимента определить время поиска, обнаружения и спасения звеном ГДЗС «пострадавших» (раздельно из подвала (туннеля) и высокоэтажного здания); зафиксировать величину давления воздуха в баллонах ДАСВ в аналогичные периоды спасательной операции в подвале (туннеле) и высокоэтажного здания; произвести расчет расхода (потребления) воздуха по падению давления в баллонах СИЗОД и с учетом времени работы звена ГДЗС в среде, непригодной для дыхания, для конкретных стадий спасательных работ.

Состав звена ГДЗС – 30 газодымозащитников в возрасте от 21 до 40 лет каждый, имеющих разные ти-

пы телосложения и физическую подготовленность.

Место проведения эксперимента – учебная башня и подвал учебного корпуса Академии МЧС Республики Узбекистан.

Условия видимости – максимально (100 %) ограниченная видимость (стекло панорамной маски закрыто повязкой).

«Пострадавшие» – тело «пострадавшего» взрослого человека имитирует тренажер-манекен массой 70 кг.

### **Краткое описание эксперимента**

Звено ГДЗС выполняло разведку в незакрытых помещениях с задачей найти и спасти «пострадавших» на расстоянии 50 метров (сначала в подвале, потом в учебной башне) в условиях максимально ограниченной видимости. После обнаружения «пострадавшего» звено ГДЗС транспортировало его в положении лежа на спине.

По ходу эксперимента постоянно фиксировался расход (потребление) воздуха по давлению воздуха в баллонах ДАСВ газодымозащитников и по времени пребывания звена ГДЗС в среде, непригодной для дыхания, для конкретных стадий проведения спасательных работ (поиск, нахождение, спасение и др.). Поиск и нахождение каждого «пострадавшего» проводились поочередно, так как тренажеры-манекены были размещены в разных помещениях.

Между каждым включением и работой звена ГДЗС был организован отдых продолжительностью 1 час до полного восстановления сил и ресурсов организма. Перед включением в ДАСВ измерялось артери-

альное давление и частота сердечных сокращений у газодымозащитников. Первоначальное давление в баллонах ДАСВ – 290 атмосфер,

емкость баллонов ДАСВ – 6,8 литра.

Результаты эксперимента представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. – Результаты проведенного эксперимента по поиску, нахождению и спасению «пострадавшего» из подвала 12 минут. Общее время работы ДАСВ составляет 45 минут

Стадия спасательных работ	Время, затраченное на стадию спасательных работ, мин	Расход (потребление) воздуха по давлению в баллоне ДАСВ, кгс/см <sup>1</sup>	Средний расход (потребление) легочного автомата ДАСВ, л/мин	Общее время защитного действия ВЗД 290 атмосферного ДАСВ, мин
Вход до расстояний 50 метров максимально ограниченной видимостью	3	16	35	45
Поиск и нахождение в помещении «пострадавшего»	1	9	35	
Надевание на «пострадавшего» спасательного устройства	1	Не более 10	35	
Транспортировка пострадавшего в положении лежа на спине до выхода на пригодную для дыхания среду	7	40	35	
<b>Итого</b>	<b>12</b>	<b>Не более 75</b>	<b>Не более 40</b>	

Таблица 2. – Результаты проведенного эксперимента по поиску, нахождению и спасению «пострадавшего» из учебной башни (4 этаж – 15 минут). Общее время работы ДАСВ составляет 35 минут

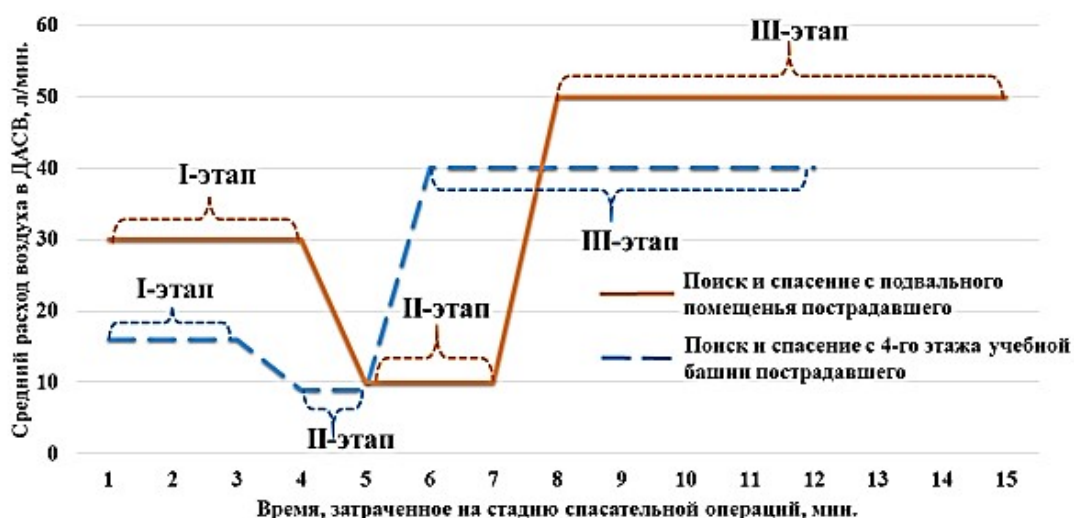
Стадия спасательных работ	Время, затраченное на стадию спасательных работ, мин	Расход (потребление) воздуха по давлению в баллоне ДАСВ, кгс/см <sup>1</sup>	Средний расход (потребление) легочного автомата ДАСВ, л/мин	Общее время защитного действия ВЗД ДАСВ, мин
Вход до расстояний 50 метров (подъем по лестнице) максимально ограниченной видимостью	4	30	45	35
Поиск и нахождение в помещении «пострадавшего»	1	10	40	
Надевание на «пострадавшего» спасательного устройства	1	Не более 10	40	

Транспортировка пострадавшего в положении лежа на спине до выхода на пригодную для дыхания среду	9	50	45	35
<b>Итого</b>	<b>15</b>	<b>Не более 100</b>	<b>Не более 45</b>	

По полученным данным составлен график зависимости среднего расхода воздуха по давлению в баллонах ДАСВ и по затраченному времени на каждой стадии спасательных работ (рисунок 1).

Как видно из таблиц и графика, время поиска и нахождения «пострадавшего» на учебной башне примерно в 1,5 раза превышает вре-

мя поиска и нахождения «пострадавшего» в подвале. Однако следует заметить, что время транспортировки «пострадавшего» из подвала в положении лежа на спине почти в 2 раза меньше, чем из учебной башни 4-го этажа. Причем итоговое время спасения из подвала оказалось на 10 % меньше.



I этап – передвижение к месту вероятного нахождения человека (по задымленному коридору); II этап – поиск пострадавшего в помещении; III этап – транспортирование пострадавшего

Рисунок 1. – График зависимости среднего расхода воздуха в баллонах ДАСВ газодымозащитников и затраченного времени от стадии спасательной операции

В данном случае наблюдается следующая закономерность: потребление воздуха газодымозащитником при поиске и обнаружении на 4-м этажа учебной башни больше, чем при выполнении аналогичных действий в подвальном помещении. Объяснить это можно тем, что при поиске пострадавшего из высоко-

этажного здания газодымозащитнику приходится более интенсивно и амплитудно двигаться. Вполне возможно, что психологические факторы (значимость происходящего, дефицит времени, опасность, ограниченность видимости, физические нагрузки и др.) заставляют организм работать более интенсивно,

увеличивать деятельность системы дыхания (изменение частоты и глубины дыхания) и, соответственно, больше потреблять воздуха из баллонов [4].

Теперь при наличии расчетов потребления воздуха можно рассмотреть процедуры управления воздухом дыхательного аппарата. В крупномасштабной поисковой операции ГДЗС на посту безопасности постовой может следить за потреблением воздуха звена ГДЗС, зная тип баллонов дыхательных аппаратов, которые используют газодымозащитники, и уровни потребления, с использованием секундомера. Время выполнения звена ГДЗС определяет газодымозащитника с наивысшим уровнем потребления.

Например, один газодымозащитник имеет скорость потребления 10 атм. в минуту, а другой – 6,8 атм. в минуту. Контрольным параметром здесь будет элемент с 10 атм. в минуту. Время поворота, чтобы начать выход на баллон 306 атм., будет определяться путем расчета того, как долго будет продолжаться время (306, разделенный на 10 атм., равно 33 минутам). С помощью этих данных на посту безопасности постовой может установить подходящее время для проникновения, выхода и оставления запаса воздуха для непредвиденного случая. В этом случае на посту безопасности постовой может использовать правило третей, используемое дайверами в накладных условиях: треть нашей подачи воздуха, одна треть и одна треть для чрезвычайных ситуаций.

В приведенном примере это будет 11 минут, 11 и 11 для чрезвычайных ситуаций.

Если вы считаете, что это слишком консервативно, вы можете использовать метод «половина времени плюс пять минут». Для этого вычитите 5 минут от 33, давая вам 28 минут. Половина этого составляет 14 минут. Для этой операции звено ГДЗС пробивалась до места пожара в течение 14 минут, а затем обратно возвращалось. Это оставляет пятиминутное резервное время.

При получении информации каждый газодымозащитник проверяет оставшийся воздух. Если он не сможет увидеть манометр, то у поста безопасности все еще будет хорошая идея о том, чтобы запас воздуха оставался для газодымозащитника. Что еще более важно, на посту безопасности постовой может сообщить газодымозащитникам об окончании своей миссии и начать выход в заданный срок, учитывая непредвиденный запас воздуха.

### **Выводы**

Управление звена ГДЗС с использованием показателей потребления воздуха дыхательного аппарата принесет большую пользу операциям быстрого реагирования, а также улучшит энергетическую эффективность и безопасность при ликвидации пожара или поиска пострадавшего в высотных зданиях, а также массового пребывания людей.

Газодымозащитная служба, которая знает о расходах на потребление воздуха дыхательных аппаратов, может помочь продлить поиск людей. Каждый газодымозащитник, знающий свой расход, осознает, сколько воздуха остается, когда срабатывает звуковой сигнал.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Устав аварийной спасательных формирований по организациям и ведению газоспасательных работ ФГИПН России от 16.05.2003 № 373.
2. Приказ МЧС РФ от 9 января 2013 г. № 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде».
3. NIOSH. Национальный институт безопасности и гигиены труда.
4. NFPA 1852: Стандарт для подготовки специалистов по защите дыхательных путей. Quincy, MA: Национальная ассоциация противопожарной защиты.
5. Физиология дыхания и эргономика SCBA. Fire Engineering.
6. Руководство по эксплуатации AirGo / AirGoFix Аппарат дыхательный воздушный изолирующий - на модульном принципе 2012 г.

## REFERENCES

1. Ustav avarijnoj spasatel'nyh formirovanij po organizacijam i vedeniyu Gazospasatel'nyh rabot FGiPN Rossii ot 16.05.2003 № 373.
2. Prikaz MCHS RF ot 9 yanvarya 2013 g. № 3 «Ob utverzhdenii Pravil provedeniya lichnym sostavom federal'noj protivopozharnoj sluzhby Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby avarijno-spasatel'nyh rabot pri tushenii pozharov s ispol'zovaniem sredstv individual'noj zashchity organov dyhaniya i zreniya v neprigodnoj dlya dyhaniya srede».
3. NIOSH. Nacional'nyj institut bezopasnosti i gigieny truda.
4. NFPA 1852: Standart dlya podgotovki specialistov po zashchite dyhatel'nyh putej. Quincy, MA: Nacional'naya asociaciya protivopozharnoj zashchity.
5. Fiziologiya dyhaniya i ergonomika SCBA. Fire Engineering.
6. Rukovodstvo po ekspluatacij AirGo / AirGoFix Apparat dyhatel'nyj vozdushnyj izoliruyushchij - na modul'nom principe 2012g.





## СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

*Информация Научно-исследовательского института пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций «О приобретении норм и правил пожарной безопасности и иных печатных изданий по пожарной безопасности»*

**НИИ ПБ и ЧС предлагает следующие печатные издания:**

Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь.  
Правила пожарной безопасности Республики Беларусь.  
Технические кодексы установившейся практики.  
Журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация»  
(формат А4; периодичность выпуска издания — 2 раза в год).  
Материалы конференций, семинаров и иную справочно-информационную  
и методическую литературу.

В журнале «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» публикуются статьи, представляющие научный интерес в области пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, материалы научно-практических конференций, семинаров, симпозиумов.

---

### УСЛОВИЯ ПРИОБРЕТЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ИЗДАНИЙ

Для получения распространяемых институтом нормативно-технических документов и других изданий необходимо:

1. Направить заявку в адрес отдела научно-технической информации и маркетинга **НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси** (тел./ф.: (017) 388-97-01, 388-97-00, 388-97-40), в которой указать банковские реквизиты, адрес, контактный телефон, факс.
2. После получения счета-фактуры перечислить указанную в ней сумму на расчетный счет **BY27AKBB36329283000165500000** ЦБУ № 529 ОАО «АСБ Беларусбанк», АКВВВУ2Х 220005, г. Минск, пр-т Независимости, 56 УНП 101114857, ОКПО 37438168 (получатель — НИИ ПБ и ЧС), при этом НДС учитывать не следует.

## СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Редакционно-издательский совет института приглашает ученых и специалистов в качестве авторов научно-технического журнала и просит при представлении материалов руководствоваться следующими правилами.

### К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. Статья представляется в редакцию в двух экземплярах, распечатанная на лазерном или струйном принтере на писчей бумаге формата А4, а также в электронном варианте – текстовые редакторы Word 2003, 2007 под Windows, для формул – в формульном редакторе Math Type. Основной текст статьи набирается шрифтом типа Times, размер символов 14 п., одинарный интервал, абзацный отступ 1,0 см, поля: левое – 3, правое – 1, верхнее – 2, нижнее – 2. Формулы – размер символов 14 п.

2. Статья должна иметь индекс **УДК** (универсальная десятичная классификация).

3. К статье о результатах работ, выполненных в научно-технической организации, должно прилагаться: сопроводительное письмо организации за подписью руководителя, заверенное гербовой печатью; **рецензия** научного работника; **акт экспертизы** об отсутствии в работе сведений, составляющих государственную тайну; **Ф.И.О. авторов (полностью), научное звание, ученая степень авторов, название статьи, аннотация, ключевые слова на английском и русском языках.**

*Для работ, в состав авторских коллективов которых входят академики и член-корреспонденты, предоставление рецензий не требуется.*

Материал в журнал необходимо подписать всем авторам, указать полное название учреждения, где выполнена работа, а также почтовый адрес, номер телефона (служебный и домашний) и электронный адрес (e-mail) ответственного лица. Название научной статьи и фамилии авторов также должны быть переведены на английский язык.

4. Весь иллюстративный материал (кроме диаграмм MS Excel, MS Graph) предоставляется в виде отдельных файлов с разрешением не менее 300 dpi, содержащих номер рисунка с расширением, указывающим на формат используемого файла (\*1.TIF, \*2.JPEG и т.д.), а также (или) в форме отпечатанных фотографий. Каждый рисунок должен иметь название, которое помещается под рисунком. Если в тексте более одного рисунка, то они нумеруются арабскими цифрами (например «Рисунок 2.»). Номер помещается перед названием. Подрисуночные подписи набираются шрифтом гарнитуры основного текста, размер символов – 13 п. Таблицы вставляются в текст, имеют название и заголовки всех граф.

5. Размерности всех величин, используемых в тексте, должны соответствовать Международной системе единиц измерения (СИ).

6. Литература приводится общим списком в конце статьи. Ссылки на литературу в тексте идут по порядку и обозначаются цифрой в квадратных скобках. Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-84.

Литература на английском языке набирается по тем же правилам, что и русскоязычная. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. **Список источников дополнительно должен быть переведен на латиницу.**

7. Поступившие в редакцию научные статьи направляются на рецензирование специалистам. Основным критерием целесообразности публикации является новизна и информативность статьи. Если по рекомендациям рецензента статья возвращается автору на доработку, а переработанная рукопись вновь рассматривается редколлегией, датой поступления считается день получения редакцией ее окончательного варианта. После рассмотрения материалов редколлегией статьи не по профилю журнала авторам не возвращаются.

8. Набор формул и буквенных обозначений. Прямо (□) набираются: греческие и русские буквы; математические символы ( $\sin$ ,  $I_g$ ,  $?$ ); символы химических элементов (C, Cl,  $\text{CHCl}_3$ ); цифры (римские и арабские); векторы, индексы (верхние и нижние), являющиеся сокращениями слов. Курсивом (~) набираются: латинские буквы - переменные, символы физических величин (в том числе и в индексе). Жирным шрифтом набираются: векторы (стрелки сверху не ставятся), а также слова и цифры, которые нужно выделить. Буквенные обозначения, входящие в формулы, должны быть расшифрованы с указанием единиц измерения.

9. В случае представления двух или более статей одновременно необходимо указать желательный порядок их размещения.

10. Авторы должны избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статьи.

11. Объем статьи не должен превышать 10 страниц (включая таблицы, список литературы и иллюстрации), количество иллюстраций – не больше пяти. Принимаются краткие сообщения до трех страниц.

12. Редакция оставляет за собой право на редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.

№ п/п	Нормативно-технический документ, печатное издание
<b>ПРАВИЛА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ</b>	
1.	ППБ 2.39–2015 Правила пожарной безопасности Республики Беларусь при эксплуатации гостиничного комплекса «Пекин» в г. Минске
<b>НОРМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ</b>	
2.	НПБ 23–2010 Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемо-сдаточных и периодических испытаний
3.	НПБ 40–2001 Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Установки пенного пожаротушения автоматические. Дозаторы. Общие технические требования. Методы испытаний
4.	НПБ 41–2001* Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Узлы управления. Общие технические требования. Методы испытаний
5.	НПБ 60–2002 Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Составы газовые огнетушащие. Общие технические требования. Методы испытаний
6.	НПБ 64–2017 Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Порядок определения необходимого количества сил и средств подразделений по чрезвычайным ситуациям для тушения пожаров
7.	НПБ 65–2003* Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Противодымная защита и автоматическая пожарная сигнализация жилых зданий. Организация и порядок проведения работ по наладке, приемке в эксплуатацию и эксплуатации
8.	НПБ 71–2003* Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Оборудование противодымной защиты зданий и сооружений. Вентиляторы. Метод испытания на огнестойкость
9.	НПБ 78–2003 Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Насосы центробежные пожарные (для пожарных автомобилей). Общие технические требования. Методы испытаний
10.	НПБ 79–2004* Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Установки газового пожаротушения автоматические. Резервуары изотермические. Общие технические требования. Методы испытаний
11.	НПБ 81–2003 Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Устройства канатно-спусковые. Технические требования пожарной безопасности. Методы испытаний
12.	НПБ 83–2004* Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Установки газового пожаротушения автоматические. Устройства распределительные. Общие технические требования. Методы испытаний
13.	НПБ 85–2004 Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Устройства спасательные прыжковые. Общие технические требования. Методы испытаний
14.	НПБ 91–2004 Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Средства огнезащитные для железобетонных конструкций. Общие технические требования. Методы испытаний
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ КОДЕКСЫ УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ</b>	
15.	ТКП 112–2007 (02300) Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны
16.	ТКП 247–2010 (02300) Противодымная защита путей эвакуации из платформенных залов станций метрополитена. Правила расчета
17.	ТКП 253–2010 (02300) Автозаправочные станции. Пожарная безопасность. Нормы проектирования и правила устройства
18.	ТКП 254–2010 (02300) Пожарная безопасность атомных станций. Общие технические требования
19.	ТКП 260-2010 (02300) Приспособление объектов коммунально-бытового назначения для санитарной обработки людей, специальной обработки одежды и подвижного состава автотранспорта
20.	ТКП 268-2010 (02300) Обеспечение населения в чрезвычайных ситуациях
21.	ТКП 295–2011 (02300) Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации
22.	ТКП 311–2011 (02300) Световая маскировка. Общие положения
23.	ТКП 316–2011 (02300) Система технического обслуживания и ремонта автоматических установок пожаротушения, систем противодымной защиты, пожарной сигнализации, систем оповещения о пожаре и управления эвакуацией. Организация и порядок проведения работ
24.	ТКП 334–2011 (02300) Приемка в эксплуатацию законченных строительством защитных сооружений гражданской обороны

№ п/п	Нормативно-технический документ, печатное издание
25.	ТКП 364–2011 (02300) Автоматические установки пожаротушения. Правила производства и приемки работ
26.	ТКП 365–2011 (02300) Системы пожарной сигнализации. Правила производства и приемки работ
27.	ТКП 368–2012 (02300) Организация планирования и порядок проведения временного отселения населения, эвакуации материальных и историко-культурных ценностей в безопасные районы
28.	ТКП 369–2012 (02300) Порядок разработки и состав раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» в градостроительных проектах и проектной документации на строительство
29.	ТКП 474–2013 (02300) Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
30.	ТКП 475–2013 (02300) Применение средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, необходимых для эвакуации людей в случае возникновения пожара
<b>НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ</b>	
31.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (29)-2011
32.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 2 (30)-2011
33.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (31)-2012
34.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 2 (32)-2012
35.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (33)-2013
36.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 2 (34)-2013
37.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (35)-2014
38.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 2 (36)-2014
39.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (37)-2015
40.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 2 (38)-2015
41.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (39)-2016
42.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 2 (40)-2016
43.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (41)-2017
44.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 2 (42)-2017
45.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (43)-2018
46.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 2 (44)-2018
47.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (45)-2019
48.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 2 (46)-2019
49.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (47)-2020
50.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 2 (48)-2020
51.	Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация» № 1 (49)-2021
52.	Практическое пособие для руководителей субъектов хозяйствования «Обеспечение пожарной безопасности на объектах субъектов хозяйствования»