

6-2018

ПОЖ Издательство
НАУКА

ПОЖАРОВЗРЫВО-

БЕЗОПАСНОСТЬ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0869-7493 (Print)
ISSN 2587-6201 (Online)

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

пожарная • промышленная • производственная • экологическая

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ РАБОТАХ
НА ПОЖАРАХ В НЕПРИГОДНОЙ
ДЛЯ ДЫХАНИЯ СРЕДЕ





При поддержке Правительства Республики САХА (Якутия)



Информационные технологии.Связь Телекоммуникации. Безопасность.

**6-8 ноября 2018 г.
г. ЯКУТСК**

Организаторы:



**Выставочная компания
Сибэкспосервис
г. Новосибирск**

Тел: (383) 3356350
E-mail: vk ses@yandex.ru
www.ses.net.ru

**УЧРЕДИТЕЛЬ —
ООО "Издательство "ПОЖНАУКА"**

Журнал издается с 1992 г.,
периодичность выхода —
12 номеров в год.

СМИ зарегистрировано Федеральной
службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массо-
вых коммуникаций — свидетельство ПИ
№ ФС 77-43615 от 18 января 2011 г.

РЕДАКЦИЯ:

Зав. редакцией **Корольченко О. Н.**
Шеф-редактор **Соколова Н. Н.**
Редактор **Крылова Л. В.**

Адрес редакции:

121596, Россия, г. Москва,
ул. Горбунова, д. 2, стр. 3, пом. II, комн. 12

Адрес для переписки:

121352, Россия, г. Москва, а/я 6.

Тел./факс: (495) 228-09-03,
8 (909) 940-01-85.

E-mail: info@fire-smi.ru, mail@firepress.ru;
www.fire-smi.ru, www.firepress.ru.

Журнал включен в перечень ведущих рецензи-
руемых научных журналов и изданий, реко-
мендованных ВАК России для публикации
трудов соискателей ученых степеней, в Рефе-
ративный журнал и базы данных ВИНТИ РАН,
в базу данных Российского индекса научного
цитирования (РИНЦ), в базу данных Russian
Science Citation Index на платформе Web
of Science, в справочно-библиографическую
службу EBSCO. Сведения о журнале ежегодно
публикуются в Международной справочной
системе по периодическим и продолжающимся
изданиям "Ulrich's Periodicals Directory".
Переводные версии статей журнала входят
в Международный реферативный журнал
"Chemical Abstracts".

Перепечатка материалов журнала "Пожаро-
взрывобезопасность / Fire and Explosion Safety"
только по согласованию с редакцией.
При цитировании ссылка обязательна.

Авторы и рекламодатели несут ответственность
за содержание представленных в редакцию
материалов и публикацию их в открытой
печати.

Мнение редакции не всегда совпадает с мне-
нием авторов опубликованных материалов.

Подписано в печать 15.06.2018.
Выход в свет 25.06.2018.
Формат 60х84 1/8. Тираж 2000 экз.
Бумага мелованная матовая.
Печать офсетная.

Отпечатано в типографии ООО "Гран При"
(Россия, 152900, г. Рыбинск,
ул. Орджоникидзе, д. 57).

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Корольченко А. Я., д. т. н., профессор, академик МАНЭБ (Национальный иссле-
довательский Московский государственный строительный университет, Москва,
Россия)

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Мольков В. В., д. т. н., профессор (Ольстерский университет, Ольстер, Велико-
британия)

Стрижак П. А., д. ф.-м. н. (Национальный исследовательский Томский политехни-
ческий университет, Томск, Россия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Бакиров И. К., к. т. н. (Уфимский государственный нефтяной технический уни-
верситет, Уфа, Россия, Республика Башкортостан)

Барбин Н. М., д. т. н., профессор (Уральский государственный аграрный универ-
ситет, Екатеринбург, Россия)

Брушлинский Н. Н., д. т. н., профессор, академик РАЕН, заслуженный деятель
науки РФ (Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,
Москва, Россия)

Бурханов А. И., д. ф.-м. н. (Волгоградский государственный технический уни-
верситет, Волгоград, Россия)

Вагнер П., д. т. н. (Академия пожарной службы Берлина, Берлин, Германия)

Корольченко Д. А., к. т. н., академик МАНЭБ (Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет, Москва, Россия)

Кузнецов С. В., д. ф.-м. н., профессор (Институт проблем механики им. А. Ю. Иш-
линского Российской академии наук, Москва, Россия)

Ложкин В. Н., д. т. н., профессор (Санкт-Петербургский университет Государ-
ственной противопожарной службы МЧС России, Санкт-Петербург, Россия)

Малыгин И. Г., д. т. н., профессор (Институт проблем транспорта им. Н.С. Соло-
менко Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия)

Поландов Ю. Х., д. т. н., профессор (Орловский государственный университет
им. И.С. Тургенева, Орел, Россия)

Пузач С. В., д. т. н., профессор, член-корреспондент НАНПБ, заслуженный деятель
науки РФ (Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,
Москва, Россия)

Раимбеков К. Ж., к. ф.-м. н. (Кокшетауский технический институт Комитета по
чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан)

Рестас А. (Институт управления при ЧС Национального университета Государ-
ственной службы, Будапешт, Венгрия)

Роу Р. Л., профессор (Школа права Университета Джорджауна, Вашингтон, США)

Серков Б. Б., д. т. н., профессор, действительный член НАНПБ (Академия Госу-
дарственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия)

Тамразян А. Г., д. т. н., профессор, действительный член ВАНКБ (Национальный
исследовательский Московский государственный строительный университет,
Москва, Россия)

Топольский Н. Г., д. т. н., профессор, академик РАЕН и НАНПБ, заслуженный
деятель науки РФ (Академия Государственной противопожарной службы МЧС
России, Москва, Россия)

Холщевников В. В., д. т. н., профессор, академик и почетный член РАЕН, академик
ВАНКБ, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации
(Национальный исследовательский Московский государственный строительный
университет, Москва, Россия)

Христов Б., д. т. н., профессор (Берлинский институт техники и экономики, Берлин,
Германия)

Челани А. (Миланский технический университет, Милан, Италия)

Чирик Р. М., д. т. н., профессор (Высшая техническая школа, Нови Сад, Сербия)

Шебеко Ю. Н., д. т. н., профессор, действительный член НАНПБ (ВНИИПО МЧС
России, Балашиха, Россия)

Шилдс Т. Дж., профессор (Ольстерский университет, Ольстер, Великобритания)

Шоус Р. (Университет штата Пенсильвания, Юниверсити-Парк, Пенсильвания,
США)

Якуш С. Е., д. ф.-м. н. (Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского Рос-
сийской академии наук, Москва, Россия)

СОДЕРЖАНИЕ

ЮБИЛЕИ

ПОКРОВСКОЙ Елене Николаевне — 80 лет

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

КОРОБКО В. Б., ГЛУХОВЕНКО Ю. М.,
ОВЧИНСКИЙ А. С., ГУРЛЕВ И. В.

Актуализация требований пожарной безопасности
на основе риск-ориентированного подхода

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

МИНАЕВ В. А., ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г.,
КОРОБЕЦ Б. Н., ДАО АНЬ ТУАН

Модели оптимального распределения кадровых
ресурсов противопожарной службы на основе
типологизации территорий по пожарным рискам

БУТУЗОВ С. Ю., АМАНКЕШУЛЫ Д., РЫЖЕНКО Н. Ю.

Модель поддержки управления подготовкой
магистров в образовательных учреждениях
пожарно-технического профиля

ГРИНЧЕНКО Б. Б., ТАРАКАНОВ Д. В.

Модель управления безопасностью при работах
на пожарах в непригодной для дыхания среде

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ХАСУЕВА З. С., САМОШИН Д. А.

Параметры движения людских потоков,
состоящих из беременных пациенток учреждений
родовспоможения

ВОПРОС – ОТВЕТ

ХАРЛАМЕНКОВ А. С.

Кабельная продукция из алюминиевых сплавов
как альтернатива меди

CONTENTS

JUBILEES

POKROVSKAYA Elena Nikolaevna (to 80th anniversary)

GENERAL QUESTIONS OF COMPLEX SAFETY

KOROBKO V. B., GLUKHOVENKO Yu. M.,
OVCHINSKIY A. S., GURLEV I. V.
Updating of fire safety requirements based
on the risk-based approach

MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS AND PROGRAM COMPLEXES

MINAEV V. A., TOPOLSKIY N. G.,
KOROBETS B. N., DAO ANH TUAN
Models of optimal allocation of fire service
human resources on the basis of territories
fire risks typology

BUTUZOV S. Yu., AMANKESHULY D., RYZHENKO N. Yu.
Model of support management of master's
training in educational institutions of fire
and technical profile

GRINCHENKO B. B., TARAKANOV D. V.
Safety management model for firefighting
in unsuitable for breathing environment

LIFE SAFETY

KHASUYEVA Z. S., SAMOSHIN D. A.
Parameters of the movement of human flows
consisting of pregnant patients of
maternity hospitals

QUESTION – ANSWER

KHARKAMENKOV A. S.
Cable products from aluminum alloys
as alternative of copper



Риск-ориентированный подход для актуализации требований ПБ

Стр. 7



Стр. 31

Управление подготовкой магистров пожарно-технического профиля



Безопасность работ на пожарах в непригодной для дыхания среде

Стр. 45



Стр. 52

Эвакуация беременных пациенток учреждений родовспоможения

Стр. 70



Кабельная продукция из алюминиевых сплавов



FOUNDER —

“POZHNAUKA” Publishing House, Ltd.

Journal founded in 1992,
issued 12 times per year.

Publication is registered by the Federal
Service for Supervision of Communications,
Information Technology, and Mass Media
of Russia. Registration certificate
PI No. FS 77-43615 on January 18, 2011.

EDITORIAL STAFF:

Chief of Editorial Staff **Korolchenko O. N.**

Editorial Director **Sokolova N. N.**

Editor **Krylova L. V.**

Address of Editorial Staff:

Gorbunova St., 2, bldg. 3, office II, rm. 12,
Moscow, 121596, Russia.

Corresponding to: Post office box 6,
Moscow, 121352, Russia.

Phone/Fax: (495) 228-09-03,
8 (909) 940-01-85.

E-mail: info@fire-smi, mail@firepress;
www.fire-smi.ru, www.firepress.ru.

“Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion
Safety” is included in the List of periodical
scientific and technical publication, recommended
by Higher Attestation Commission of the Russian
Federation for publishing aspirants' works for
candidate and doctoral degree, in Abstracting
Journal and Database of VINITI RAS, in Russian
Science Citation Index, EBSCO. Information
about the journal is annually published
in “Ulrich's Periodicals Directory”. English version
of “Fire and Explosion Safety” articles is included
in Chemical Abstract Service (CAS).

No part of this publication may be used or re-
produced in any form or by any means without
the prior permission of the Publishers. Repro-
ducing any part of this material a reference
to the journal is obligatory.

Authors and advertisers account for contents
of given papers and for publishing in the open
press.

Opinion of Editorial Staff not always coincides
with Author's opinion.

Signed for printing 15.06.2018.
Date of publication 25.06.2018.
Format is 60x84 1/8.
Printing is 2000 copies.
Chalk-overlay mat paper.
Offset printing.

Printed at “Gran Pri”, Ltd.
(Ordzhonikidze St., 57, Rybinsk,
152900, Russian Federation)

EDITOR-IN-CHIEF:

Korolchenko A. Ya., Dr. Tech. Sci., Professor, Academician of International Academy of
Ecology and Life Safety (National Research Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow, Russia)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Molkov V. V., Dr. Tech. Sci., Professor (Ulster University, Ulster, Northern Ireland, UK)

Strizhak P. A., Dr. Phys.-Math. Sci. (National Research Tomsk Polytechnic University,
Tomsk, Russia)

EDITORIAL BOARD:

Bakirov I. K., Cand. Tech. Sci. (Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia,
Republic of Bashkortostan)

Barbin N. M., Dr. Tech. Sci., Professor (Urals State Agrarian University, Yekaterinburg,
Russia)

Brushlinskiy N. N., Dr. Tech. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Natural
Sciences, Honoured Scientist of the Russian Federation (State Fire Academy of Emercom of
Russia, Moscow, Russia)

Burkhanov A. I., Dr. Phys.-Math. Sci. (Volgograd State Technical University, Volgograd,
Russia)

Wagner P., Dr. Tech. Sci. (Berlin Fire and Rescue Academy, Berlin, Germany)

Korolchenko D. A., Cand. Tech. Sci., Academician of International Academy of Ecology
and Life Safety (National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow,
Russia)

Kuznetsov S. V., Dr. Phys.-Math. Sci., Professor (A. Ishlinsky Institute for Problems in
Mechanics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia)

Lozhkin V. N., Dr. Tech. Sci., Professor (Saint Petersburg University of State Fire Service of
Emercom of Russia, Saint Petersburg, Russia)

Malygin I. G., Dr. Tech. Sci., Professor (Solomenko Institute of Transport Problems of
the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia)

Polandov Yu. Kh., Dr. Tech. Sci., Professor (Orel State University named after I. Turgenev,
Orel, Russia)

Puzach S. V., Dr. Tech. Sci., Professor, Corresponding Member of National Academy of
Fire Science (State Fire Academy of Emercom of Russia, Moscow, Russia)

Raimbekov K. Zh., Cand. Phys.-Math. Sci. (Kokshetau Technical Institute, Committee of
Emergency Situations of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan,
Kokshetau, Kazakhstan)

Restas A., Ph. D. (National University of Public Service, Institute of Disaster Manage-
ment, Budapest, Hungary)

Roe R. L., Professor (Georgetown University Law Center, Washington, United States)

Serkov B. B., Dr. Tech. Sci., Professor, Full Member of National Academy of Fire Science
(State Fire Academy of Emercom of Russia, Moscow, Russia)

Tamrazyan A. G., Dr. Tech. Sci., Professor, Full Member of World Academy of Sciences for
Complex Safety (National Research Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow, Russia)

Topolskiy N. G., Dr. Tech. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Natural
Sciences, Academician of National Academy of Fire Science, Honoured Scientist of
the Russian Federation (State Fire Academy of Emercom of Russia, Moscow, Russia)

Kholshchevnikov V. V., Dr. Tech. Sci., Professor, Academician and Honoured Member of
Russian Academy of Natural Sciences, Academician of World Academy of Sciences
for Complex Safety, Honoured Higher Education Employee of the Russian Federation
(National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia)

Hristov B., Dr. Ing., Professor (University of Applied Sciences, Berlin, Germany)

Celani A. (Polytechnic University of Milan, Milan, Italy)

Ciric R. M., Ph. D., Professor (The Higher Technical School of Professional Studies, Novi
Sad, Serbia)

Shebeko Yu. N., Dr. Tech. Sci., Professor, Full Member of National Academy of Fire
Science (All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia,
Balashikha, Russia)

Shields T. J., Ph. D., Professor (Ulster University, Ulster, Northern Ireland, UK)

Shouse R. C., Ph. D. (Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania,
United States)

Yakush S. E., Dr. Phys.-Math. Sci. (A. Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics of
the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia)

С ЮБИЛЕЕМ!

3 июля 2018 года **Елене Николаевне ПОКРОВСКОЙ**, доктору технических наук, академику РАЕН, профессору кафедры “Комплексная безопасность в строительстве”, профессору-консультанту Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, исполнилось **80 лет!**

Елена Николаевна является специалистом в области функциональных исследований материалов, модифицированных элементоорганическими соединениями. Она создала новое научное направление — мягкое поверхностное модифицирование древесно-целлюлозных материалов элементоорганическими соединениями в целях повышения огне- и биостойкости полимерных материалов. В рамках этого направления разработано мягкое адсорбционно-химическое модифицирование поверхности материалов, а также условия и модификаторы для увеличения их биостойкости и огнезащищенности. На основе большого объема экспериментальных данных обобщены принципы увеличения долговечности древесных материалов, что послужило теоретической научной основой для сохранения исторической древесины при реставрации памятников деревянного зодчества.

Работы Е. Н. Покровской стали фундаментом научной школы, которая занимается модифицированием строительных материалов, изучением поверхности модифицированных материалов, что позволяет определить термодинамические параметры и условия обеспечения долговечности и снижения пожарной опасности строительных материалов.

Научные разработки внедрены на многих объектах, таких как музей-заповедник деревянного зодчества о. Кижи, дом-музей М. С. Щепкина в Москве, спортивный зал в Гомеле, крытый каток в Твери, крытый рынок в Могилеве и Светлогорске (Белоруссия), здания и сооружения Свято-Троицкой Сергиевой Лавры. Результаты научных работ Е. Н. Покровской широко известны и получили одобрение в России и за рубежом. Свыше 150 научных трудов Елены Николаевны посвящены проблеме сохранности и модифицирования древесины нативной и исторической, а также сохранности исторических объектов. Среди них: “Исследование кинетических параметров термодеструкции древесины в присутствии огнезащитных систем на основе фосфор- и кремнийорганических соединений”, “Химико-микологические исследования древесины свай в основании фундаментов исторических зданий и сооружений”, “Сохранение памятников деревянного зодчества с помощью элементоорганических соединений. Химико-физические основы увеличения долговечности древесины”, “Влияние структуры поверхностного слоя, образующегося при термическом разложении древесины, на ее дымообразующую способность”, “Состав и свойства углекислого слоя, образующегося при горении древесины, модифицированной фосфор- и кремнийорганическими соединениями”, “Кинетические параметры аэрозоля дыма при горении модифицированной древесины”.

Елена Николаевна Покровская является экспертом регионального координационного совета по современным проблемам лесовосстановления, членом Международного совета по сохранению памятников и достопримечательных мест (ИКОМОС) и Почетным работником высшего профессионального образования РФ.

Елена Николаевна пользуется заслуженным уважением и любовью коллег, сподвижников, учеников и друзей.

*Желаем юбиляру новых успехов,
крепкого здоровья и многих лет
плодотворной работы
на благо науки!*





STOP FIRE 18

КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ

ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ, ТОВАРОВ И УСЛУГ
для **ПОЖАРНОЙ** и ОБЩЕСТВЕННОЙ **БЕЗОПАСНОСТИ**

+7 (343) 239-66-44

STOPFIRE.SOUZPROMEXPO.RU



СЕНТЯБРЬ 2018 | «ДИВС»

ЕКАТЕРИНБУРГ, ОЛИМПИЙСКАЯ НАБЕРЕЖНАЯ 3

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



РЕКЛАМА

В. Б. КОРОБКО, д-р техн. наук, академик Национальной академии наук пожарной безопасности, руководитель Института профессиональной культуры им. В. И. Козлачкова (Россия, 101000, г. Москва, Большой Харитоньевский пер., 9, оф. 28; e-mail: vkorobko@mail.ru)

Ю. М. ГЛУХОВЕНКО, д-р техн. наук, академик Национальной академии наук пожарной безопасности, советник руководителя Федерального центра нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве (Россия, 107139, г. Москва, Орликов пер., 3, стр. 1; e-mail: gluhovenko@gmail.com)

А. С. ОВЧИНСКИЙ, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры информационной безопасности Учебно-научного комплекса информационных технологий Московского университета МВД России им. В. Я. Кикотя (Россия, 107061, г. Москва, Окружной пр., 4)

И. В. ГУРЛЕВ, д-р техн. наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник Научного центра Академии управления МВД России (Россия, 125171, г. Москва, ул. Зои и Александра Космодемьянских, 8)

УДК 351.004.5:614.8

АКТУАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

Представлен анализ современных тенденций и проблем совершенствования регулирования контрольно-надзорной деятельности в странах Европы и России. Рассматривается разработанное организационно-техническое решение по актуализации требований пожарной безопасности за счет их дифференцированного применения через оценку степени риска причинения вреда. Показано, что теоретическую основу решения составляют принципы технического регулирования и их реализация в "Основах государственной политики в области государственного пожарного надзора". Разработана программа актуализации обязательных требований пожарной безопасности, в которой реализуется формула: сначала оценить размер вреда, причиняемого охраняемым ценностям, затем отобрать (подобрать либо разработать) соразмерные вреду требования пожарной безопасности. Показано, что реализация программы актуализации обязательных требований пожарной безопасности позволит существенным образом повысить уровень защиты людей и имущества, качество контрольно-надзорной деятельности и снизить административное давление на предпринимателей.

Ключевые слова: пожарная безопасность; риск-ориентированный подход; контрольно-надзорная деятельность; правила идентификации; обязательные требования.

DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.7-17

Введение

Общество проявляет все большую обеспокоенность высокими рисками причинения вреда экономической деятельности в форме упущенной выгоды от неточного и избыточного регулирования отношений в рамках типовой парадигмы организации контрольно-надзорной деятельности [1].

Основным практическим результатом административной реформы, осуществляемой во всем мире на протяжении последнего тысячелетия, является переход от принципа "единственное правильное решение" к принципу "решений много в обозначенных границах".

Начало практической фазы административной реформы в Российской Федерации обозначено Указом

Президента Российской Федерации, утвердившим "Концепцию реформирования государственной службы Российской Федерации" [2].

Реформа административного управления в Российской Федерации созвучна с административной реформой стран Европейского союза, который предлагает внедрение риск-ориентированного подхода в стандарты контрольно-надзорной деятельности [3] в целях снижения коррупционных рисков и рисков охраняемых ценностей, повышения роста экономики, большей прозрачности и подотчетности государственного регулирования.

В отчете Совета Европы [4] установлено, что законодательство любой страны должно защищать права и безопасность потребителей и граждан и гаранти-

ровать предоставление товаров и услуг соразмерно общественным интересам, а также определен основной инструмент законодательного обеспечения этого положения — проверки и контроль за экономической деятельностью производителей товаров и услуг. На примере Франции, Италии и Германии в [4] продемонстрировано, что главной современной проблемой контрольно-надзорной деятельности является дублирование сфер компетентности, что негативным образом влияет на государственные расходы и расходы предприятий. В [4] также указано, что в отдельных странах (Нидерланды, Великобритания) успешно реализуются программы по консолидации разделенной контрольно-надзорной деятельности, которые уже привели к радикальному (более чем в 2 раза) сокращению количества контрольно-надзорных органов.

Для Российской Федерации практика, анализируемая в отчете Совета Европы [4], более чем актуальна: на начало 2018 г., по оценкам доклада [5], в Российской Федерации насчитывается более 750 видов контрольно-надзорной и разрешительной деятельности и более 2 млн. проверяемых требований.

Практически административная реформа в области контрольно-надзорной и разрешительной деятельности реализуется в рамках сразу двух программ: “Плана мероприятий (“Дорожная карта”) по совершенствованию контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации на 2016–2017 годы” (далее — Дорожная карта) [6] и приоритетной программы “Реформа контрольной и надзорной деятельности” (далее — Приоритетная программа) [7]. Два этих документа во многом дублируют друг друга, что создает предпосылки для противоречий и коллизий.

Изучение формальных итогов этапа 2016–2017 гг. реформы контрольно-надзорной и разрешительной деятельности (в целом) и в области пожарной безопасности (в частности) с позиции фактических изменений организации (осуществления) контрольно-надзорной деятельности показало наличие методологической проблемы:

- в табл. 1.1 аналитического доклада 2017 г. [8] зафиксирован факт того, что реализованные в 2016 и 2017 гг. мероприятия по актуализации обязательных требований и внедрению риск-ориентированного подхода не дали конечного положительного результата, т. е. не привели к отказу от прежней (палочной, недифференцированной, неэффективной и нерезультативной) модели контрольно-надзорной деятельности;
- положения пп. 33 и 36 разд. “Перечень мероприятий, подлежащих реализации” Дорожной карты [4] (“Разработка предложений по установлению порядка составления перечня обязательных

требований, в том числе по исключению устаревших, дублирующих и избыточных обязательных требований” и “Подготовка предложений по устранению устаревших, избыточных и дублирующих обязательных требований в сфере обеспечения пожарной безопасности”), по сути, не были реализованы, что косвенно подтверждается неудовлетворительной оценкой общих итогов реформы периода 2016–2017 гг. [8, см. табл. 1.1]. Отсутствие нормативно установленного порядка составления перечней обязательных требований (критериев отбора обязательных требований) позволило составить списки обязательных требований не в целях проведения административной реформы (уточнения предмета проверки, повышения уровня защиты охраняемых ценностей и снижения административного давления на бизнес), а в целях обеспечения преемственности собственной контрольно-надзорной деятельности. Это привело, по сути, к имитации деятельности по устранению устаревших, избыточных и дублирующих обязательных требований.

В марте 2018 г. членам рабочей группы № 1 по реформированию контрольно-надзорной деятельности (промышленная и пожарная безопасность) Российского союза промышленников и предпринимателей было дано поручение представить свои предложения по первоочередным мерам следующего этапа Приоритетной программы [7] — проекта “Систематизация, сокращение количества и актуализация обязательных требований”.

В рамках исполнения данного поручения было разработано предложение по первоочередной мере — внедрению применения требований пожарной безопасности на основе риск-ориентированного подхода.

Практическая реализация данного предложения была оформлена в виде проекта “Разработка и практическое внедрение методологических и методических основ применения требований пожарной безопасности на основе риск-ориентированного подхода” (далее — Проект) в составе Приоритетной программы [7].

В основу данной разработки были положены не имеющие мировых аналогов результаты многолетних научно-практических исследований Учебно-научного комплекса организации надзорной деятельности Академии ГПС МЧС России, проводившихся под руководством д-ра филос. наук, проф. В. И. Козлачкова, а также материалы публичных обсуждений этих результатов в контексте их применения для решения проблемной ситуации в сфере администрирования пожарной безопасности, организованных Комиссией Деловой России по пожарной безопас-

ности, Комитетом Деловой России по техническому регулированию и промышленной безопасности и Комитетом Деловой России по регулированию контрольно-надзорной деятельности в 2015–2017 гг.

В рамках настоящей работы представлено краткое изложение данного Проекта.

Стратегической целью Проекта является повышение уровня:

1) правопорядка в сфере обеспечения пожарной безопасности — сбалансированности интересов лиц — участников отношений по противопожарной защите объектов национальной экономики;

2) защиты охраняемых ценностей в случае пожара;

3) точности измерения уровня обеспечения пожарной безопасности путем установления более четкой, чем в настоящее время, причинно-следственной связи между проверяемой деятельностью (и связанными с этой деятельностью зданиями, сооружениями, иными физическими объектами) и требованиями, предъявляемыми при пожарном надзоре за этой деятельностью.

Практические целевые результаты Проекта:

1) снижение общего количества проверяемых требований пожарной безопасности;

2) снижение временных затрат бизнеса на выездные проверки;

3) снижение материальных (финансовых) затрат бизнеса на реализацию мер по обязательным требованиям пожарной безопасности до минимально необходимого уровня, обоснованного оценкой пожарного риска;

4) повышение уровня противопожарной защиты людей;

5) повышение уровня противопожарной защиты имущества;

6) обеспечение исполнения конституционного права рисковать собственным имуществом в предпринимательских целях;

7) обеспечение единообразия, верификации (проверяемости), открытости и доверия к результатам контрольно-надзорной деятельности в сфере пожарной безопасности;

8) обеспечение условий для широкого внедрения самостоятельной формы контроля — декларирования пожарной безопасности на основе результатов оценки пожарных рисков;

9) обеспечение режима профилактики проверяемых требований через их прозрачность и процедуры самодиагностики — декларирование пожарной безопасности;

10) обеспечение капитализации затрат на меры пожарной безопасности;

11) повышение оборачиваемости средств на проектирование и строительство новых объектов;

12) обеспечение условий для простого внедрения новых логистических и/или функциональных устройств бизнес-проектов, зданий и сооружений;

13) обеспечение условий для простого внедрения новых материалов, техники и технологий в проектирование и строительство (в том числе *Building Information Model* (BIM) и информационное моделирование);

14) внедрение инновационных подходов в процессы обеспечения пожарной безопасности;

15) обеспечение запроса по подготовке кадров высокой квалификации, способных решать нестандартные и уникальные задачи в сфере обеспечения пожарной безопасности.

Обоснование Проекта

1. В табл. 1.4 аналитического доклада 2015 г. [5] зафиксировано наличие порядка (правил) дифференцированного предъявления обязательных требований пожарным надзором в зависимости от степени пожарного риска — риска причинения вреда охраняемым ценностям.

На практике этот порядок (правило) нормативно не закреплён в обязанностях и полномочиях должностных лиц государственного федерального пожарного надзора и по этой причине, даже при наличии правовых законодательных оснований, как правило, не используется. Этот факт сбивчиво, противоречиво и без ссылок на Федеральный закон “О техническом регулировании” [9] отражен в ссылке “20” на с. 50 аналитического доклада 2016 г. [10].

2. В табл. 1.1 аналитического доклада 2017 г. [8] зафиксирован факт, что реализованные в 2016 и 2017 гг. мероприятия по совершенствованию обязательных требований и применению риск-ориентированного подхода не дали положительного конечного результата, что требует внесения в Приоритетную программу [7] таких изменений, которые приведут к положительному практическому результату.

3. Приоритетная программа [7] предусматривает внедрение риск-ориентированного подхода для составления графиков (периодичности) плановых проверок, что является второстепенной целью этого инструмента. Основная же цель его внедрения указана в ч. 1 ст. 7 [5] — применение обязательных требований на основе оценок рисков причинения вреда охраняемым ценностям.

4. Приоритетной программой [7] поставлены следующие задачи: установление исчерпывающих перечней обязательных требований на 2017 г.; актуализация обязательных требований по пяти наиболее массовым видам предпринимательской деятельности (розничная торговля, общественное питание, производство продуктов питания, операции с недви-

жимым имуществом и пассажирские перевозки) на 2018 г.; реализация механизма систематической оценки эффективности обязательных требований для обеспечения минимизации рисков и предотвращения негативных социальных или экономических последствий на 2018 г.

Однако для решения указанных задач не установлен конкретный и методологически адекватный инструмент или способ их реализации, что не только создает избыточную диспозитивность в выборе инструмента, но и не гарантирует получения положительного конечного результата, а именно: повышения уровня правопорядка, повышения уровня противопожарной защиты охраняемых ценностей, повышения точности измерения уровня пожарной безопасности проверяемых объектов.

Для решения указанных задач предлагается применить наиболее соответствующий для этих целей инструмент — риск-ориентированный подход, реализация которого уже предусмотрена Приоритетной программой [7] для обоснования периодичности плановых проверок, а не для применения требований пожарной безопасности.

Внедрение риск-ориентированного подхода в процедуры применения (проверки исполнения) требований пожарной безопасности позволит существенным образом продвинуться в реализации шести нормативно установленных приоритетных направлений реформы в сфере пожарной безопасности, а именно:

- 1) раскрытие, систематизация и актуализация обязательных требований, подлежащих проверке;
- 2) применение риск-ориентированного подхода;
- 3) регламентация мероприятий по контролю (формирование полной нормативно-правовой базы по всем видам контроля, фиксация закрытого исчерпывающего перечня видов государственного контроля);
- 4) целеполагание (оценка конечного результата: оценка результативности и эффективности) контрольно-надзорной деятельности;
- 5) гибкое нормирование (применение альтернативных систем негосударственной оценки соответствия);
- 6) профилактические мероприятия и консультирование бизнеса.

Реализация Проекта позволит:

- резко повысить надежность деятельности по обеспечению пожарной безопасности и контрольно-надзорной деятельности по обеспечению пожарной безопасности;
- резко сократить количество предъявляемых обязательных требований для конкретного проверяемого объекта;

- резко сократить затраты на меры пожарной безопасности до минимально необходимого уровня, обоснованного оценкой пожарного риска (по оценкам Минэкономразвития России — в 4–5 раз, по оценкам специалистов — в 5–7 раз);
- резко сократить время на проведение проверки;
- резко (на два порядка) сократить количество выездных проверок (основное количество плановых проверок станут камеральными, без выезда на проверяемый объект; суть такой контрольно-надзорной деятельности заключается в проверке документов обязательного подтверждения соответствия: деклараций соответствия обязательным требованиям на объект/деятельность и/или сертификатов соответствия обязательных требований на объект/деятельность);
- резко сократить затраты бизнеса на выездные проверки;
- резко сократить количество и виды повторных проверок (проверок предписаний, повторных экспертиз, проверок устранения замечаний и т. п.);
- в разы сократить общее время всех видов согласования инвестиционных проектов (выбор площадки, экспертиза проектной документации, получение разрешения на строительство и т. п.);
- в разы сократить время на все виды разрешений на ввод в эксплуатацию завершенных строительством инвестиционных проектов (заклучения, согласования и т. п.);
- резко повысить качество предъявляемых требований в отношении охраняемых ценностей в связи с установлением причинно-следственной связи между каждым предъявляемым требованием и проверяемым объектом/деятельностью на основе оценки пожарных рисков;
- резко повысить показатели эффективности и результативности контрольно-надзорной деятельности в сфере пожарной безопасности;
- резко повысить ответственность проверяющих и проверяемых в связи с переносом бремени надлежащего определения точного перечня предъявляемых обязательных требований на проверяемых и практическим исключением гипотетической возможности предъявления избыточных требований;
- резко повысить гибкость предъявляемых требований в соответствии с динамикой функционального и логистического устройства проверяемых объектов и динамикой интересов проверяемых субъектов;
- резко повысить заинтересованность проверяющих и проверяемых в привлечении высококвалифицированных специалистов;

- перевести основную часть контрольно-надзорной деятельности в консультирование и профилактику обязательных требований;
- привести все существующие “пожарные надзоры” (один природный — государственный пожарный надзор и более 28 логистических контрольно-надзорных органов, использующих требования пожарной безопасности в основе своей деятельности, такие как экспертиза проектной документации, государственный строительный надзор, Ростехнадзор и др.), все существующие нормативные базы пожарной безопасности (более 20, созданных разными “пожарными” надзорами) и любые вновь появившиеся “пожарные надзоры” и их нормативные базы к единому знаменателю — обеспечить единство правоприменения всех существующих и вновь разрабатываемых требований, систем требований и нормативных баз в сфере обеспечения пожарной безопасности;
- сформировать единый профессиональный стандарт контрольно-надзорной деятельности в сфере пожарной безопасности (пока МЧС России, Минстрой России и др. разрабатывают собственные, отличающиеся друг от друга, профессиональные стандарты деятельности в сфере обеспечения пожарной безопасности и производства контрольно-надзорной деятельности по проверке требований пожарной безопасности);
- сократить количество проверяющих, повысить их квалификацию, повысить уровень их заработной платы, повысить уровень прозрачности и проверяемости их деятельности, а также уровень доверия к контрольно-надзорной деятельности;
- резко повысить эффективность и результативность приоритетной программы в части государственного пожарного надзора;
- повысить уровень противопожарной защиты имущества;
- обеспечить повышение капитализации затрат на меры пожарной безопасности;
- сократить возможности использования мер пожарной безопасности в целях недобросовестной конкуренции;
- повысить ликвидность объектовых средств, затраченных на меры пожарной безопасности;
- повысить оборачиваемость средств на проектирование и строительство новых объектов;
- обеспечить исполнение конституционного права рисковать имуществом (в том числе в предпринимательских целях), которым собственник имеет право рисковать;
- создать условия для простого внедрения новых логистических и/или функциональных устройств

бизнес-проектов, зданий и сооружений, новых материалов, техники и технологий в проектирование и строительство (в том числе BIM и информационное моделирование);

- повысить качество дознаний по делам о пожарах, что в разы сократит количество административных и судебных разбирательств и обеспечит условия для предупреждения использования пожара (поджога) в недобросовестных целях (сокрытия, получения страховой выплаты и т. п.).

5. Внедрение риск-ориентированного подхода в механизмы проверки, оценки эффективности и актуализации проверяемых обязательных требований основано на отборе лучших правоприменительных практик.

Задача разработки риск-ориентированного подхода к применению обязательных требований пожарной безопасности была поставлена высшим руководством страны при подготовке к Олимпиаде-80 и подтверждена в 1993 г. руководством Государственного пожарного надзора МВД РФ. Решение данной задачи было поручено Высшей инженерной пожарно-технической школе МВД СССР (РФ) (сейчас Академия ГПС МЧС России). По данной теме имеются теоретические и практические наработки высокого уровня, включая образовательные программы, в том числе программы повышения квалификации руководителей и исполнителей государственного пожарного надзора [11].

6. Высокая диагностическая эффективность риск-ориентированного подхода была продемонстрирована при его внедрении в составление графиков (периодичности) плановых проверок исходя из класса пожарной опасности проверяемого объекта. Так, по поручению органов прокуратуры Комиссией Деловой России по пожарной безопасности был осуществлен мониторинг правоприменения постановления Правительства Российской Федерации от 17.08.2016 № 806, реализующего эту задачу для контрольно-надзорной деятельности в сфере пожарной безопасности. Результаты этого мониторинга показали, что в городах федерального подчинения Москва и Санкт-Петербург все объекты социально-культурно-бытового назначения (наиболее важные для повседневной жизнедеятельности граждан, такие как ясли, детские сады, поликлиники, больницы, школы, вузы, театры, кинотеатры, храмы, магазины и кафе) были отнесены к двум самым высоким группам пожарного риска, для которых предусматривается самая высокая периодичность проверок. При этом по данным официальной статистики (ВНИИПО МЧС России за 2015 г. [12]) на все объекты соцкультбыта приходится не более 2,5 % пожаров (рисков по имуществу) и не более 0,7 % гибели людей на пожарах. Таким образом, внедрение риск-ориентиро-

ванного подхода позволило выявить сразу два парадокса:

- пожарных рисков для охраняемых ценностей нет, а высокая периодичность проверок сохранена;
- зрелость проверяемых требований (критериев и классов пожарных рисков), а значит, и сама контрольно-надзорная деятельность в сфере пожарной безопасности находятся на самом низком уровне (нулевом или условном по шкале от 1 до 4 согласно аналитическому докладу 2015 г. [5]), что не согласуется с выводами о более высоком уровне зрелости контрольно-надзорной деятельности в сфере пожарной безопасности, отраженными в табл. 1.4 аналитического доклада 2015 г. [5] и табл. 1.3 аналитического доклада 2017 г. [8].

7. Сфера обеспечения пожарной безопасности включена в перечень видов контрольно-надзорной деятельности Приоритетной программы [7].

В области нормирования пожарной безопасности и оценки соответствия требованиям пожарной безопасности сложилась ситуация, в которой вред от контрольно-надзорной деятельности превышает пользу.

Проблемы лидерства пожарного надзора по количеству проверок, обозначенные в докладе рабочего центра экономических реформ при Правительстве РФ “К проблеме дерегулирования Российской экономики” (2000 г.) [13], и лидерства среди всех видов надзора, создающих наибольшие трудности для ведения бизнеса, обозначенные в аналитическом докладе 2012 г. [14], пока удается решать через мораторий на проверки части бизнеса и мораторий на проверки (3 года) на вновь построенные объекты.

Согласно экономической оценке избыточной жесткости требований пожарной безопасности, данной Минэкономразвития России (2011 г.), минимально необходимый для экономики уровень противопожарной защиты превышен в 4–5 раза.

В соответствии с социальной оценкой неточности требований пожарной безопасности по защите охраняемых ценностей, данной Международной ассоциацией противопожарных и спасательных служб — КТИФ (CTIF), Россия является мировым лидером по числу погибших на пожарах: на нее приходится 50 % от всех погибших на пожаре в мире, учитываемых КТИФ [15].

К настоящему времени суть контрольно-надзорной деятельности в сфере пожарной безопасности пока не поменялась (задача устранения избыточной жесткости и обеспечения актуальности и прозрачности проверяемых требований путем установления жесткой причинно-следственной связи с охраняемыми ценностями пока не решена), а предложения по введению тотального контроля (надзора) (на основе цифровых, фото-, видео-, мультимедиа-

технологий) и снятию мораториев на выездные проверки уже поступают.

Для решения задачи реформы контрольно-надзорной деятельности по существу и удовлетворения предложений по снятию мораториев на проверки необходимо внести изменения в характер контрольно-надзорной деятельности, связав ее напрямую с охраняемыми ценностями. Установление такой связи получило название “риск-ориентированный подход”.

Наиболее эффективный способ внедрения риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорную деятельность — внедрение в проверяемые требования: сначала оценка рисков причинения вреда охраняемым ценностям, затем подбор требований, соразмерных рискам причинения вреда охраняемым ценностям. Такое внедрение риск-ориентированного подхода позволит существенным образом повысить уровень защиты охраняемых ценностей, прежде всего жизни и здоровья людей, а также уровень защиты имущества собственника, которым он имеет право рисковать, с одновременным снижением административного давления на него.

8. Описанные проблемные ситуации данного Проекта и пути их решения неоднократно обсуждались в Комиссии Деловой России по пожарной безопасности, Комитете Деловой России по техническому регулированию и промышленной безопасности, Комитете Деловой России по регулированию контрольно-надзорной деятельности с участием экспертов МЧС России, Минстроя России, Высшей школы экономики и других заинтересованных организаций и бизнеса. Бизнес поддерживал внедрение риск-ориентированного подхода в применение требований пожарной безопасности. Возражения исходили от представителей федеральных органов исполнительной власти и контрольно-надзорных органов, которые выражали сомнения в реализуемости (а не в адекватности и целесообразности) такого решения из-за отсутствия необходимых административных процедур и кадров, которые смогут работать по риск-требованиям.

9. Решение проблемы разработки административных процедур для внедрения риск-ориентированного подхода в применение требований пожарной безопасности (далее — риск-требования пожарной безопасности) реализуется данным Проектом прежде всего через утверждение “Правил идентификации обязательных требований пожарной безопасности” (для юристов), включая “Правила применения любых технических требований пожарной безопасности” (для инженеров).

10. Проблема подготовки кадров под риск-требования пожарной безопасности (применение любых технических требований пожарной безопасности через оценку степени риска причинения вреда

охраняемым ценностям, включая право собственника на выбор варианта противопожарной защиты и право обеспечивать защиту имущества, которым собственник имеет право рисковать, по своему усмотрению, например страхованием) имеет следующие решения в рамках настоящего Проекта:

- более 20 лет подготовка кадров в высших учебных заведениях по специальности “пожарная безопасность” ведется с учетом предполагаемого перехода на риск-требования пожарной безопасности и с преподаванием соответствующих дисциплин;
- действующие руководители контрольно-надзорных органов МЧС России проходят повышение квалификации в этом направлении;
- целесообразно провести целевое повышение квалификации проверяющих под риск-требования пожарной безопасности;
- руководители со стороны проверяемых (бизнеса) и исполнители с обеих сторон (контрольно-надзорные органы и бизнес) должны пройти повышение квалификации в рамках настоящего Проекта.

Обстоятельства проблемной ситуации, на решение которой направлен Проект (ориентиры Проекта):

1. Не обеспечена противопожарная защита людей на уровне, установленном федеральным законодательством. В любой момент времени любой объект недвижимости может быть признан не отвечающим требованиям пожарной безопасности и его деятельность будет приостановлена из-за угрозы жизни и здоровью людей в случае пожара. Ликвидность и стоимость объектов недвижимости, товаров и услуг занижены по сравнению с другими национальными рынками.

2. Имеет место перерасход средств на противопожарную защиту имущества. Увеличение затрат на единицу произведенной продукции делает отечественные товары и услуги неконкурентоспособными не только на зарубежных, но и на отечественных рынках.

3. Не реализовано конституционное право рисковать имуществом, которым собственник имеет право рисковать. Снижение инвестиционной привлекательности.

4. Недопустимо высокий уровень нормативных коллизий, которые в целях защиты государственных бюджетов и интересов крупных предпринимателей не применяются судами в пользу “правонарушителей” в несоблюдение ст. 1.5 Кодекса Российской Федерации об административных нарушениях (КоАП) (презумпция невиновности). Сложившаяся проблемная ситуация используется в целях недобросовест-

ной конкуренции. Снижение привлекательности для широкого круга инвесторов.

5. Нарушен баланс в кооперации разделенного труда в пользу контрольно-надзорных органов и производителей (товаров и услуг) в сфере пожарной безопасности. Стимулируется недобросовестная конкуренция, завышение себестоимости товаров и услуг первичного бизнеса, снижение конкурентоспособности и т. п.

6. Затраты на неактуальные (неточные) меры пожарной безопасности повышают стоимость товаров, услуг, объектов недвижимости (не капитализируются).

7. Не менее 28 надзорных органов проверяют требования пожарной безопасности, для чего ими созданы собственные нормативные базы (около двух десятков). Большинство таких “пожарных” видов надзора — логистические (использующие требования пожарной безопасности в узкоотраслевых интересах) и только один природный — государственный пожарный надзор.

8. Имеют место отступления от Федерального закона № 184-ФЗ “О техническом регулировании” [9], а также от Конституции РФ, Гражданского кодекса РФ, КоАП РФ, Уголовного кодекса РФ при разработке нормативных баз.

9. Общее количество требований пожарной безопасности, сосредоточенных примерно в 1700 документах, составляет не менее 100 тысяч, что чрезвычайно затрудняет их прямое применение из-за ограниченных физиологических возможностей человека. Уровень надежности данных по такой нормативной базе снизился с 0,16 (в СССР) до 0,04 (в последние годы, после принятия нескольких технических регламентов и перелицовки СНиПов и НПБ в своды правил) при требуемом уровне для деловой активности 0,6.

10. Основное количество требований пожарной безопасности являются решениями частных задач, обстоятельства (параметры применения, включая выбор варианта противопожарной защиты) которых не указаны в тексте самого требования, что создает неустранимые сомнения в их актуальности для обстоятельств любой другой (похожей, но другой) частной проблемной ситуации из-за отсутствия сведений о соразмерности такого решения объекту применения, степени риска причинения вреда охраняемым ценностям и охраняемым законом интересам собственника.

11. Требования пожарной безопасности не разделены по целям их применения (люди, имущество, окружающая среда).

12. Отсутствуют единые правила применения всех нормативных баз пожарной безопасности в зависимости от целей и обстоятельств, т. е. отсут-

ует единый стандарт применения требований пожарной безопасности.

Методологическое и методическое обеспечение Проекта

Суть данного проекта основана на формуле:

- сначала проводится оценка степени риска причинения вреда охраняемым ценностям в конкретных обстоятельствах жизнедеятельности проверяемого субъекта (и используемых им зданий, сооружений, установок, вещей);
- затем на основе результатов оценки степени риска причинения вреда, которые используются в качестве доказательств (отвечающих критериям допустимости и достоверности), проводится отбор обязательных требований или проверка их эффективности в конкретных обстоятельствах.

Данная формула реализует принцип непосредственной связи между применяемыми требованиями, риском причинения вреда охраняемым ценностям и реальными обстоятельствами, которые имеют место для конкретного проверяемого субъекта.

Этот подход направлен на реализацию полномочий по обеспечению пожарной безопасности на объекте, нормативно закрепленных за его собственником, а не за государственными контрольно-надзорными органами, что, как правило, в нарушение закона наблюдается сейчас.

Форма практической реализации этой формулы — подача обязательной декларации соответствия (требование установлено федеральным законодательством, но не применяется на практике должным образом).

Декларация разрабатывается на основе собственных доказательств или доказательств, полученных с участием третьей стороны. В качестве третьей стороны могут выступать компании, аккредитованные в добровольном порядке на аудит пожарной безопасности (независимую оценку пожарного риска) или имеющие допуск на разработку раздела проектной документации “Перечень мероприятий по обеспечению пожарной безопасности”, либо иные лица, отвечающие требованиям федерального законодательства, имеющие квалификационный аттестат государственного образца.

Основная форма контрольно-надзорной деятельности — камеральная (документарная) проверка деклараций соответствия обязательным требованиям пожарной безопасности, в том числе доказательств, полученных на расчетно-сценарной основе.

Нормативная база — действующее федеральное законодательство в сфере пожарной безопасности, которое позволяет реализовать данный проект без внесения в него изменений.

Для типовых субъектов могут быть разработаны типовые наборы риск-требований, которые могут быть включены в чек-листы (проверочные листы).

Для реализации второй формы обязательного подтверждения соответствия (предусмотренной Федеральным законом “О техническом регулировании” [9]) — сертификации соответствия субъектов (объектов — зданий и сооружений) обязательным требованиям пожарной безопасности требуется внесение соответствующих изменений в Федеральный закон “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” в части наделения организаций по аудиту пожарной безопасности (по независимой оценке пожарного риска) и по разработке разделов проектной документации “Перечень мероприятий по обеспечению пожарной безопасности” полномочиями органа по сертификации деятельности (с учетом эксплуатируемых зданий и сооружений) с выдачей им соответствующего допуска по результатам обязательной аккредитации.

Выводы

В работе представлена программа по консолидации контрольно-надзорной и разрешительной деятельности в сфере обеспечения пожарной безопасности на основе риск-ориентированной актуализации требований пожарной безопасности. Реализация программы будет полезна для национальной экономики любой страны.

Внедрение программы актуализации требований пожарной безопасности на основе риск-ориентированного подхода позволит:

- существенным образом повысить прозрачность государственного регулирования в области пожарной безопасности (снизить уровень неопределенности) и, как следствие, повысить уровень доверия между всеми участниками отношений (власть, граждане, бизнес);
- консолидировать разделенную контрольно-надзорную деятельность в области пожарной безопасности;
- существенным образом, не менее чем в 4–5 раз, повысить уровень защиты людей и имущества от пожаров, а также не менее чем в 4–5 раз снизить издержки на противопожарную защиту;
- создать новый стимул для развития противопожарного страхового имущества на новой методологической и методической основе — оценке рисков причинения вреда в случае пожара;
- поставить вопрос о необходимости возврата правовой нормы об отчислениях страховыми компаниями части страховой премии по страхованию имущества на нужды государственной противопожарной службы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левшин Л. М. Применение риск-ориентированного подхода на промышленных предприятиях (часть 1) // Перспективы науки. — 2015. — № 3(66). — С. 162–167.
2. Концепция реформирования системы государственной службы Российской Федерации : утв. Президентом Российской Федерации 15.08.2001 № Пр-1496. URL: <https://zakonbase.ru/content/base/59119> (дата обращения: 10.04.2018).
3. Риск-ориентированный подход / Группа разработки финансовых мер борьбы с отмыванием денег Организации по безопасности и сотрудничеству в Европе. — 23.05.2013. URL: <https://www.osce.org/ru/eea/101949?download=true> (дата обращения: 10.04.2018).
4. Регулирующие и надзорные органы государств – членов Совета Европы, ответственные за проведение проверочных и контрольных мероприятий в экономической сфере — структура, практики и примеры: ECCU-PRECOP-TP-6/2015 / Флорентин Бланк, Джузеппа Оттимофиоре. URL: <https://rm.coe.int/16806d855a> (дата обращения: 10.04.2018).
5. Контрольно-надзорная и разрешительная деятельность : аналитический доклад 2015. / Плаксин С. М. (рук. авт. колл.), Зуев А. Г., Кнутов А. В., Максимова С. И., Полесский Е. А., Семенов С. В., Трифонов В. А., Чаплинский А. В., Шабала Ю. И. — М. : Изд. дом РСПП, 2016. — 126 с.
6. План мероприятий (“Дорожная карта”) по совершенствованию контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации на 2016–2017 годы : распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.04.2016 № 559-р. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420346602> (дата обращения: 10.04.2018).
7. Реформа контрольной и надзорной деятельности: приоритетная программа : утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам 21.12.2016. URL: <http://ac.gov.ru/projects/otherprojects/013591.html> (дата обращения: 06.03.2018).
8. Контрольно-надзорная и разрешительная деятельность в Российской Федерации : аналитический доклад 2017 / Плаксин С. М. (рук. авт. колл.), Абузярова И. А., Баландина Г. В., Дупан А. С., Кнутов А. В., Полесский Е. А., Резников А., Семенов С. В., Трифонов В. А., Чаплинский А. В., Шабала Ю. И. — М. : Изд. дом РСПП, 2018. — 124 с.
9. О техническом регулировании : Федер. закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 29.07.2017). URL: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294845/4294845855.htm> (дата обращения: 10.04.2018).
10. Контрольно-надзорная и разрешительная деятельность : аналитический доклад 2016 / Плаксин С. М. (рук. авт. колл.), Абузярова И. А., Данилов Н. А., Зуев А. Г., Кнутов А. В., Полесский Е. А., Семенов С. В., Трифонов В. А., Чаплинский А. В., Шабала Ю. И. — М. : Изд. дом РСПП, 2017. — 141 с.
11. Козлачков В. И. (общ. ред.), Лобаев И. А. Основы государственной политики в области государственного пожарного надзора : учеб. пособие. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2014. — 94 с.
12. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году : стат. сб. / Под общ. ред. А. В. Матюшина. — М. : ВНИИПО МЧС России, 2016. — 124 с.
13. К проблеме дерегулирования Российской экономики : доклад Рабочего центра экономических реформ при Правительстве Российской Федерации / Жаворонков С. В., Кузнецова О. В., Кузнецов П. В., Макарова О. А., Мау В. А., Шадрин А. Е., Яновский К. Э. — 2000. URL: <http://ofdp.ru/forum/gcer/index.shtml> (дата обращения: 10.04.2018).
14. Контрольно-надзорная деятельность в Российской Федерации : аналитический доклад 2012 / Бакаев В. В., Завьялова Л. Д., Зуев А. Г., Киржиганов М. Г., Кнутов А. В., Ковтун Е. В., Максимова С. И., Плаксин С. М., Полесский Е. А., Толстых Н. И., Ханова Е. П., Чаплинский А. В. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : МАКС Пресс, 2013. — 184 с.
15. World Fire Statistics. Center of Fire Statistics CTIF, 2005–2017, Reports No. 10–22. URL: <https://www.ctif.org/index.php/world-fire-statistics> (дата обращения: 10.04.2018).

Материал поступил в редакцию 22 апреля 2018 г.

Для цитирования: Коробко В. Б., Глуховенко Ю. М., Овчинский А. С., Гурлев И. В. Актуализация требований пожарной безопасности на основе риск-ориентированного подхода // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 6. — С. 7–17. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.7-17.

UPDATING OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS BASED ON THE RISK-BASED APPROACH

KOROBKO V. B., Doctor of Technical Sciences, Academician of National Academy of Fire Science, Head of Kozlachkov Institute of Professional Culture (Bolshoy Kharitonyevskiy Lane, 9, of. 28, Moscow, 101000, Russian Federation; e-mail: vkorobko@mail.ru)

GLUKHOVENKO Yu. M., Doctor of Technical Sciences, Academician of National Academy of Fire Science, Advisor of Head of Federal Centre for Rationing, Standardization and Technical Conformity Assessment in Construction (Orlikov Lane, 3, build. 1, Moscow, 107139, Russian Federation; e-mail: glukhovenko@gmail.com)

OVCHINSKIY A. S., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Information Security, Educational and Research Department of Information Technology, Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after V. J. Kikot (Okruzhnoy Drive, 4, Moscow, 107061, Russian Federation)

GURLEV I. V., Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Chief Researcher of Scientific Centre, Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia (Zoi and Aleksandra Kosmodemyanskikh St., 8, Moscow, 125171, Russian Federation)

ABSTRACT

Introduction. Analysis of contemporary trends and issues on improving regulatory oversight of activities in Europe and Russia showed that the society has shown increasing concern about the high risk of harm to economic activities in the form of lost profit from inaccurate and excessive regulation of relations in the model of the control and supervision activities, which are developing a variety of programs that bring private yet only fragmentary positive results, but they change the inaccurate and excessive essence of traditional control and supervisory activities.

The main (analytical) part. In Europe and in Russia there is implemented a relative assessment of risk of harm (the establishment of the conditional risk categories) in the frequency of scheduled audits, which was called “a risk-based approach”. A conditional approach to assessing the risk of harm to protected values cannot lead to clarification of the subject and elimination of the excessive nature of control and supervision.

Significant practical results of the reform of control and supervision will be achieved only as a result of a large-scale transition to a risk-oriented model of control and supervision, the essence of which is to identify mandatory requirements based on the calculation and scenario assessments of the risks of harm to protected values.

Theoretical and practical bases the risk-oriented model of control and supervision in the field of fire safety developed by a distinguished specialist, educator, and philosopher Vasily Ivanovich Kozlachkov that were used to develop the “Project of updating of mandatory fire safety requirements” for Priority programme “Reform of control and Supervisory activities”.

The paper presents a Description of the project of updating the mandatory requirements of fire safety, which implements the formula: first, to estimate the amount of damage to protected values, then select (choose or develop) commensurate with the damage of technical requirements of fire safety.

Conclusion. The implementation of the project of updating the mandatory requirements of fire safety will significantly increase the level of protection of people and property, improve the quality of control and supervision activities and reduce administrative pressure on entrepreneurs.

Keywords: fire safety; risk-based approach; control and supervisory activities; rules for identification; mandatory requirements.

REFERENCES

1. Levshin L. M. Using risk-based approach at industrial enterprises (Part 1). *Perspektivy nauki / Science Prospects*, 2015, no. 3(66), pp. 162–167 (in Russian).

2. *The concept of reforming the system of public service of the Russian Federation*. Approved by the President of the Russian Federation No. 1496 on 15 August 2001 (in Russian). Available at: <https://zakonbase.ru/content/base/59119> (Accessed 10 April 2018).
3. *Risk-based approach*. Financial Action Task Force on Money Laundering of the Organization for Security and Cooperation in Europe. 23 May 2013 (in Russian). Available at: <https://www.osce.org/ru/eea/101949?download=true> (Accessed 10 April 2018).
4. *Regulatory and supervisory bodies of the member states of the Council of Europe responsible for carrying out verification and control activities in the economic sphere — structure, practices and examples: ECU-PRECOP-TP-6/2015*. Florentin Blanc, Giuseppe Ottomator (ed.). Available at: <https://rm.coe.int/16806d855a> (Accessed 10 April 2018).
5. Plaksin S. M. (leading author), Zuyev A. G., Knutov A. V., Maksimova S. I., Poleskiy E. A., Semenov S. V., Trifonov V. A., Chaplinskiy A. V., Shabala Yu. I. *Kontrolno-nadzornaya i razreshitelnaya deyatel'nost' v Rossiyskoy Federatsii. Analiticheskiy doklad 2015* [Supervisory and licensing activities. Analytical report 2015]. Moscow, RSPP Publishing House, 2016. 126 p. (in Russian).
6. *The action plan (Road map) for improving control and oversight activities in the Russian Federation for 2016–2017*. Order of Government of the Russian Federation on 01.04.2016 No. 559-r (in Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420346602> (Accessed 10 April 2018).
7. *Reform of the monitoring and supervision activities. Priority program*. Approved by the Presidium of the Presidential Council of the Russian Federation for Strategic Development and Priority Projects on 21 December 2016. Available at: <http://ac.gov.ru/en/projects/014098.html> (Accessed 6 March 2018).
8. Plaksin S. M. (leading author), Abuzyarova I. A., Balandina G. V., Dupan A. S., Knutov A. V., Poleskiy E. A., Reznikov A., Semenov S. V., Trifonov V. A., Chaplinskiy A. V., Shabala Yu. I. *Kontrolno-nadzornaya i razreshitelnaya deyatel'nost' v Rossiyskoy Federatsii. Analiticheskiy doklad 2017* [Supervisory and licensing activities in the Russian Federation. Analytical report 2017]. Moscow, RSPP Publishing House, 2018. 124 p. (in Russian).
9. *On technical regulation*. Federal Law of Russian Federation on 27.12.2002 No. 184-FZ (ed. on 29.07.2017) (in Russian). Available at: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294845/4294845855.htm> (Accessed 10 April 2018).
10. Plaksin S. M. (leading author), Abuzyarova I. A., Danilov N. A., Zuyev A. G., Knutov A. V., Poleskiy E. A., Semenov S. V., Trifonov V. A., Chaplinskiy A. V., Shabala Yu. I. *Kontrolno-nadzornaya i razreshitelnaya deyatel'nost' v Rossiyskoy Federatsii. Analiticheskiy doklad 2016* [Supervisory and licensing activities. Analytical report 2016]. Moscow, RSPP Publishing House, 2017. 141 p. (in Russian).
11. Kozlachkov V. I. (general ed.), Lobaev I. A. *Osnovy gosudarstvennoy politiki v oblasti gosudarstvennogo pozhnogo nadzora* [Fundamentals of state policy in the field of state fire supervision]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2014. 94 p. (in Russian).
12. Matyushin A. V. (general ed.). *Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2015 godu. Statisticheskiy sbornik* [Fires and fire safety in 2015. Statistical yearbook]. Moscow, VNIPO Publ., 2016. 124 p. (in Russian).
13. Zhavoronkov S. V., Kuznetsova O. V., Kuznetsov P. V., Makarova O. A., Mau V. A., Shadrin A. E., Yanovskiy K. E. *On the problem of deregulation of the Russian economy*. Report of the Working Center for Economic Reforms under Government of Russian Federation, 2000 (in Russian). Available at: <http://ofdp.ru/forum/rcer/index.shtml> (Accessed 10 April 2018).
14. Bakayev V. V., Zavyalova L. D., Zuyev A. G., Kirzhimanov M. G., Knutov A. V., Kovtun E. V., Maksimova S. I., Plaksin S. M., Poleskiy E. A., Tolstykh N. I., Khanova E. P., Chaplinskiy A. V. *Kontrolno-nadzornaya deyatel'nost' v Rossiyskoy Federatsii. Analiticheskiy doklad 2012* [Supervisory activities in the Russian Federation. Analytical report 2012]. 2nd ed. Moscow, MAKS Press Publ., 2013. 184 p. (in Russian).
15. *World Fire Statistics*. Center of Fire Statistics CTIF, 2005–2017, Reports No. 10–22. Available at: <https://www.ctif.org/index.php/world-fire-statistics> (Accessed 10 April 2018).

For citation: Korobko V. B., Glukhovenko Yu. M., Ovchinskiy A. S., Gurlev I. V. Updating of fire safety requirements based on the risk-based approach. *Pozharovzryvbezopasnost' / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 6, pp. 7–17 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.7-17.

В. А. МИНАЕВ, д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, ведущий научный сотрудник Учебно-научного центра "Безопасность", МГТУ им. Н. Э. Баумана (Россия, 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1; e-mail: m1va@yandex.ru)

Н. Г. ТОПОЛЬСКИЙ, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры информационных технологий, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: ntopolskii@mail.ru)

Б. Н. КОРОБЕЦ, д-р техн. наук, доцент, проректор МГТУ им. Н. Э. Баумана (Россия, 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1; e-mail: korobetz@mail.ru)

ДАО АНЬ ТУАН, заместитель начальника кафедры пожарной тактики, Институт пожарной безопасности Министерства общественной безопасности Социалистической Республики Вьетнам (Вьетнам, 100000, г. Ханой, р-н Тхань Суан, ул. Хуат Зую Тьен, 243; e-mail: tuan_pccc@yahoo.com)

УДК 004.02+614.8

МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАДРОВЫХ РЕСУРСОВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ НА ОСНОВЕ ТИПОЛОГИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИЙ ПО ПОЖАРНЫМ РИСКАМ

Рассматривается решение взаимосвязанных задач: оценка интегральных пожарных рисков; типологизация территорий по состоянию пожарной обстановки на основе кластерного анализа; оптимальное распределение кадровых ресурсов противопожарной службы по территориальным кластерам, которое базируется на принципах теории активных систем. Исследование проведено на материалах Вьетнама. При решении задачи типологизации учтен комплекс факторов, отражающих экономические, социальные, демографические, климатические показатели, а также показатели, учитывающие процессы урбанизации, электрификации, развития торговли и транспорта, обеспеченность противопожарных служб персоналом и техническими средствами, характеристики пожаров и борьбы с пожарами. Задача типологизации провинций Вьетнама по характеристикам пожарной опасности решалась с помощью статистического программного пакета Statistica 12. Исследованы удельные показатели деятельности противопожарной службы в зависимости от реальной нагрузки на пожарных. Сформирован комплексный удельный показатель, который учитывает число как погибших, так и травмированных на пожарах и на основе которого построена целевая функция территориальных противопожарных служб и системная целевая функция, отражающие эффективность использования кадровых ресурсов. Найдены аналитические зависимости для оптимального распределения кадровых ресурсов по кластерам.

Ключевые слова: управление; кадровые ресурсы; противопожарная служба; моделирование; оптимизация; типологизация; кластерный анализ; пожарный риск.

DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.18-30

Введение

Настоящая работа посвящена решению актуальных задач управления ресурсами противопожарной службы на основе комплекса современных математических методов и моделей. Базовыми при этом выступают модели теории активных систем и современные методы типологического анализа территорий. Обращение именно к такому сочетанию современных количественных инструментов анализа, прогнозирования и управления связано с новыми явлениями в развитии пожарной обстановки, возникновением новых и обострением существующих

пожарных рисков, особенно в быстроразвивающихся странах, к которым относится Социалистическая Республика Вьетнам (СРВ) [1, 2]. На материалах применительно к этой стране решена триединая задача управления ресурсами противопожарной службы, включающая:

- оценку территориальных различий пожарных рисков;
- типологизацию территорий по состоянию пожарных рисков на основе кластерного анализа;
- разработку модели оптимального распределения кадровых ресурсов противопожарной службы по территориальным кластерам.

Выбор материалов и страны исследования продиктован следующими обстоятельствами:

- во-первых, с начала XXI века во Вьетнаме наблюдается стабильно высокий экономический рост (ежегодно около 7–9 %), связанный с увеличением энергопотребления и скорости урбанизации территорий, ростом количества и масштабов промышленных площадок, зон переработки товаров и торговых центров [3];
- во-вторых, стремительное развитие экономики сопровождается негативными явлениями, в числе которых следует назвать рост числа пожаров на предприятиях, в учреждениях и жилом секторе страны. Так, в период 2001–2017 гг. во Вьетнаме произошло почти 38 тысяч пожаров, погибли 1216 и травмированы 3049 человек; материальные потери от пожаров достигли около 650 млн. долл., а косвенные потери превысили прямой ущерб в 5–6 раз [4].

Очевидно, что в современных условиях важнейшими задачами Главного управления пожарной охраны и аварийно-спасательной службы СРВ (ГУПО и АСС СРВ) является сокращение количества пожаров и ущерба от них за счет применения новых организационно-технических и информационно-технологических решений, новейших технологий профилактики пожаров и их тушения, управления пожарными рисками, включая использование современных математических моделей, методов и механизмов управления ресурсами противопожарной службы [5].

Методология оценки пожарных рисков и типологизации территорий

Методологической основой оценки пожарных рисков является теория интегральных пожарных рисков, интенсивно развивающаяся в последнее время [6–8].

Применительно к Вьетнаму наблюдается проявление следующих ситуаций, приводящих к возникновению пожаров в промышленных зонах и в определенной степени — в жилом секторе: нарушения технологии производства; ненадлежащее техническое обслуживание оборудования (в том числе противопожарного) и хозяйственных помещений; нарушения при сварочных и резочных работах; неисправное или неправильно работающее электрооборудование; нарушения в хранении упаковочных материалов, в том числе скопление чрезмерных запасов бумаги в производственных помещениях; ненадлежащее хранение и применение горючих жидкостей и/или газов; недостаточный контроль за пожарной безопасностью на рабочих местах и торговых площадях; недостаточное обеспечение пожарной безопасности в местах курения; излишнее накопле-

ние горючих отходов и ненадлежащий контроль за хранением веществ повышенной пожарной опасности; отсутствие противопожарных перекрытий и перегородок между производственными помещениями; повышенная горючесть стеновых и потолочных облицовочных материалов; плохое состояние оборудования, предназначенного для обнаружения пожара, автоматического пожаротушения и обеспечения пожарной вентиляции; неопытность и неумелые действия пожарной охраны.

Стремительные социально-экономические изменения во Вьетнаме значительно повлияли на пожарную обстановку, для которой стало характерным распространение техногенных пожаров. Наблюдаемое в последнее десятилетие перемещение населения из сельской местности в городские районы, отход от традиционного землепользования в сельской среде, увеличение масштабов рекреационного использования лесных массивов, несовершенство системы управления лесным хозяйством стали ключевыми факторами, обуславливающими повышение пожарных рисков.

При анализе пожарной обстановки во Вьетнаме применялись следующие показатели интегральных пожарных рисков [7, 8]: R_1 — риск для человека оказаться в условиях пожара в единицу времени; R_2 — риск для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой); R_3 — риск для человека погибнуть от пожара за единицу времени. Риск R_1 характеризует возможность реализации пожарной опасности, а риски R_2 и R_3 — последствия этой реализации.

Результаты исследования пожарной обстановки и оценки основных пожарных рисков в округах Вьетнама представлены в таблице. Анализ данных таблицы показывает, что наименьшими являются пожарные риски R_1 в округах Дельта Хонгхи и Дельта Меконга, риски R_2 — в Центральном нагорье и Юго-Восточном округе, а риски R_3 — в Центральном нагорье. Указанные округа обозначены в таблице зеленым цветом.

Напротив, наиболее негативная пожарная обстановка по рискам R_1 отмечается в Северном Мидлендсе и горных провинциях, а также в Юго-Восточном округе, по рискам R_2 — в округах Дельта Хонгхи и Дельта Меконга, а по рискам R_3 — в округах Дельта Хонгхи, Дельта Меконга, Северном Мидлендсе и горных провинциях, где величина интегральных показателей рисков существенно превышает значения пожарных рисков в других округах СРВ. В таблице указанные округа выделены красным цветом.

Округа, характеризующиеся средними показателями по каждому из рисков, выделены в таблице желтым цветом.

Оценка пожарных рисков в округах Вьетнама / Fire risk assessment in the Vietnam's districts

Округ Вьетнама District of Vietnam	Численность населения, млн. чел. Population, million people	Доля в стране, % Country share, %	Число пожаров Number of fires	Доля в стране, % Country share, %	Число жертв пожаров Number of fires victims	Доля в стране, % Country share, %	$R_1 \cdot 10^5$	$R_2 \cdot 10^2$	$R_3 \cdot 10^7$
Дельта Хонгхи The Delta Honkhi	20,9	22,82	426	17,38	23	37,10	2,04	5,4	11
Северный Мидлендс и горные провинции The Northern Midlands and mountain provinces	11,8	12,87	429	17,50	8	12,90	3,63	1,87	6,8
Центральное побережье The Central coast	19,7	21,43	514	20,97	9	14,52	2,61	1,75	4,6
Центральное нагорье The Central highlands	5,6076	6,11	169	6,90	2	3,22	3,01	1,18	3,6
Юго-Восточный The South East	16,1295	17,59	611	24,93	7	11,29	3,79	1,15	4,3
Дельта Меконга The Mekong Delta	17,5897	19,18	302	12,32	13	20,97	1,72	4,3	7,4

Таким образом, по интегральным показателям пожарной обстановки на уровне округов состояние рискованного поля во Вьетнаме весьма неоднородно. Это свидетельствует о необходимости в целях повышения эффективности управления системой пожарной безопасности страны осуществить:

- уточнение и расширение спектра исследования конкретных детерминант пожарных рисков в каждом из округов страны;
- обоснование и поиск новых интегральных показателей риска;
- нахождение типологически более однородной картины в отношении пожарных рисков, включая (для более точной постановки и решения задач управления ресурсами службы пожарной безопасности страны) увеличение иерархии рассмотрения административных единиц территорий до уровня провинций.



Рис. 1. Факторный комплекс детерминации пожаров во Вьетнаме / Fig. 1. Factor complex of fire determination in Vietnam

Рассмотрим постановку задачи типологизации провинций Вьетнама по характеристикам пожарной опасности.

Пусть X — множество территорий (провинций) Вьетнама, Y — множество кластеров. Задана функция расстояния между территориями $\rho(x_i, x_j)$, где i, j — индексы территорий; $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, n$; n — количество территорий $X = \{x_i\}$.

Требуется разбить множество территорий X на непересекающиеся подмножества $Y^1 \cup Y^2 \cup \dots \cup Y^M$, называемые *кластерами* Y^m ($m = 1, \dots, M$), таким образом, чтобы каждый кластер состоял из объектов, близких по метрике ρ , а объекты разных кластеров существенно отличались по той же метрике. При этом каждому объекту $x_i \in X$ приписывается еще и номер кластера x_{im} , $m = 1, \dots, M$.

В работе применялись равнозначные весовые коэффициенты по каждому из показателей p_{ij} , использованных при кластеризации, а их стандартизация осуществлялась по формуле

$$Z_{ij} = \frac{p_{ij} - \bar{p}_j}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J (p_{ij} - \bar{p}_j)^2}}, \quad (1)$$

где $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, J$;

J — общее количество показателей, включенных в кластеризацию;

$\bar{p}_j$ — среднее значение j -го показателя по стране.

Решение задачи типологизации территорий Вьетнама по состоянию пожарной обстановки опиралось на следующую схему (рис. 1), отражающую факторный комплекс детерминации пожаров в стране [9]. С помощью корреляционного анализа были устранены сильно связанные показатели (коэффициент корреляции в абсолютном выражении был принят не менее 0,85). Конкретные показатели, отражающие пожарные риски в жилом секторе и секторе хозяйствующих субъектов, различаются, пересекаясь лишь в некоторой своей части. Рассмотрена динамика показателей по каждой провинции Вьетнама с 2006 по 2016 годы, а также их усредненный показатель за тот же период. Применительно к жилому сектору при решении задачи типологизации рассматривалась матрица размером в 63 провинции и 21 показатель; применительно к сектору хозяйствующих субъектов — матрица размером в 63 провинции и 14 показателей.

Общий алгоритм решения задачи типологизации состоял из девяти последовательных этапов (рис. 2), каждый из которых связан с предыдущими этапами обратными связями, позволяющими на любом из них проводить корректировку алгоритма.

Кластеризация провинций Вьетнама осуществлялась с помощью статистического программного



Рис. 2. Алгоритм типологизации провинций Вьетнама по комплексным характеристикам пожарной опасности

Fig. 2. Algorithm of the Vietnam's provinces typologization according to complex characteristics of fire danger

пакета Statistica 12. Затем с привлечением экспертов проводился анализ вариантов, среди которых выбирался тот, в котором выделенные кластеры отвечали трем условиям: компактности расположения на территории Вьетнама; схожести социально-экономических условий и состояния обстановки по линии противопожарных служб; схожести параметров их сил и средств.

Для исследования были взяты шесть включенных в указанный программный пакет вариантов метрик расстояния между кластерами: евклидово расстояние; квадрат евклидова расстояния; манхэттенское расстояние; расстояние Чебышева; расстояние Минковского; коэффициент корреляции Пирсона.

В качестве методов кластеризации применялись включенные в пакет иерархические (древовидные) процедуры кластерного анализа: правило одиночной

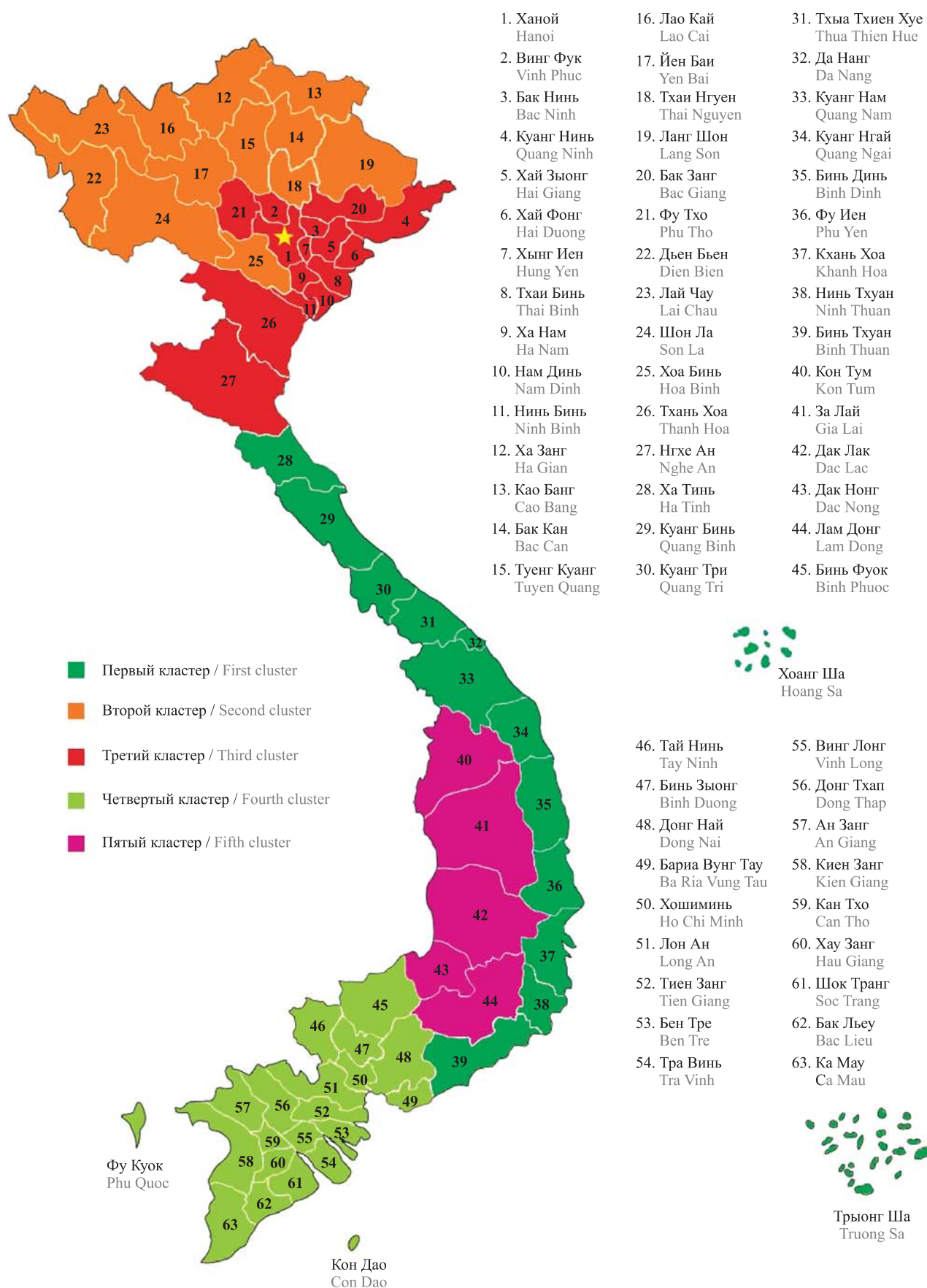


Рис. 3. Комплексная типологизация провинций Вьетнама по состоянию пожарной опасности

Fig. 3. Complex typologization of the Vietnam's provinces on fire danger

связи (ближайшего соседа); правило полных связей (наиболее удаленных соседей); правило невзвешенного попарного среднего; правило взвешенного попарного среднего; невзвешенный центроидный метод; взвешенный центроидный метод; правило Варда.

Выбор меры расстояния между кластерами и метода кластеризации провинций осуществлялся путем анализа всех вариантов, предусмотренных в пакете Statistica 12.

Экспертами было выбрано приведенное на рис. 3 распределение провинций Вьетнама по кластерам в результате решения задачи их совместной кластеризации по совокупности характеристик пожарной опасности сектора хозяйствующих субъектов и жилого сектора.

Результаты типологизации как задачи синтеза территорий Вьетнама в однородные группы по пожарной обстановке дали возможность более эффективно решать целый спектр частных задач, связанных с совершенствованием управления ресурсами противопожарной службы, организацией взаимодействия региональных оперативных служб, включая соседние округа, улучшением нормативно-правового обеспечения указанных служб, и другие важные задачи.

Методика и результаты оптимального распределения кадровых ресурсов

Эффективное решение задач управления ресурсами противопожарной службы связано с количественным исследованием зависимостей удельных показателей деятельности пожарной безопасности во времени и в территориальном аспекте [10].

Рассмотрим зависимость удельной нагрузки по числу погибших на пожарах (УНПП) d , удельной нагрузки по числу травмированных на пожарах (УНТП) w от удельной нагрузки по пожарам на одного пожарного (УНП) h на примере Вьетнама. На рис. 4 показаны эмпирические данные и теоретическое описание этой зависимости в период с 2006 по 2016 годы. Данная зависимость хорошо описывается следующей экспоненциальной кривой (объясняемость, равная квадрату корреляции R^2 , составляет 0,73):

$$d = 0,33 \exp(107,23h). \quad (2)$$

Примерно такой же объясняемостью (0,76) характеризуется зависимость удельного показателя по числу травмированных на пожарах от удельной нагрузки по пожарам, которая также описывается экспоненциальной кривой (рис. 5):

$$w = 0,31 \exp(90,3h). \quad (3)$$

На основе полученных закономерностей (2) и (3) сформирован комплексный удельный показатель s_i ,

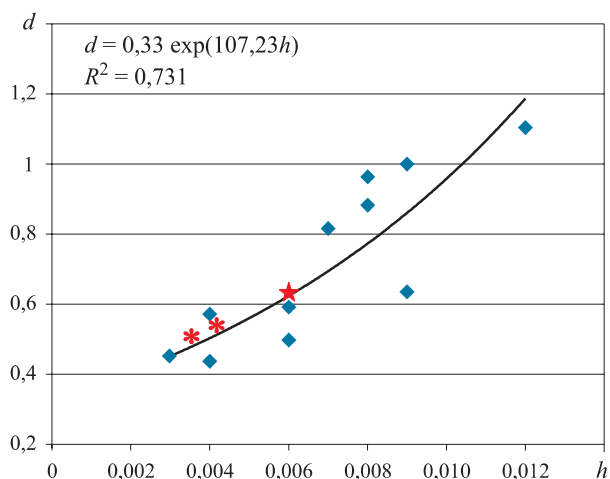


Рис. 4. Эмпирические данные (◆) и теоретическое описание (—) зависимости УНПП (d) от УНП (h) во Вьетнаме с 2006 по 2016 гг.: ★ — 2016 г.; * — прогноз на 2017–2018 гг.

Fig. 4. Empirical data (◆) and theoretical description (—) of the relation between the specific index for the number of people who died in fires (d) and SLP (h) in Vietnam from 2006 to 2016; ★ — 2016; * — forecast for 2017–2018

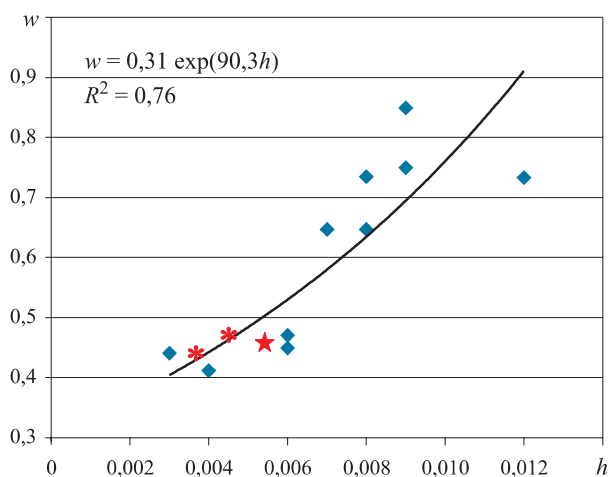


Рис. 5. Эмпирические данные (◆) и теоретическое описание (—) зависимости УНТП (w) от УНП (h) во Вьетнаме с 2006 по 2016 гг.: ★ — 2016 г.; * — прогноз на 2017–2018 гг.

Fig. 5. Empirical data (◆) and theoretical description (—) of the relation between the specific index on the number of injured in fires (w) and SLP (h) in Vietnam from 2006 to 2016; ★ — 2016; * — forecast for 2017–2018

учитывающий как погибших, так и травмированных на пожарах:

$$s_i = \alpha d_i + \beta w_i, \quad (4)$$

где i — номера точек наблюдения, годы; $i = 1, 2, \dots, I$;

I — общее число лет наблюдения;

α — вес удельного показателя d_i ;

β — вес удельного показателя w_i .

На сумму весовых коэффициентов налагается ограничение:

$$\alpha + \beta = 1. \quad (5)$$

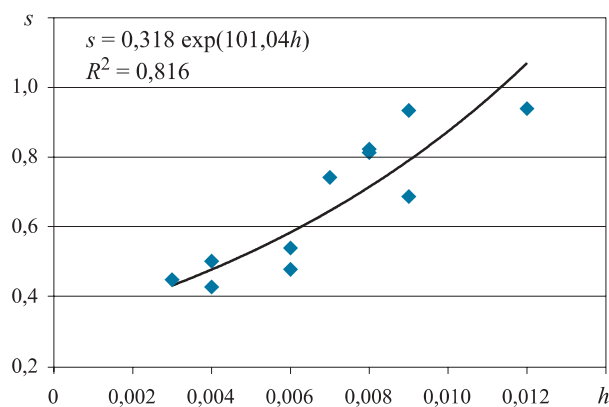


Рис. 6. Эмпирические данные (◆) и теоретическое описание (—) зависимости комплексного удельного показателя s от УНП во Вьетнаме в период 2006–2016 гг.

Fig. 6. Empirical data (◆) and theoretical description (—) of the relation between the complex specific indicator s and SLP in Vietnam from 2006 to 2016

Расчеты, проведенные на реальных исходных данных, показали, что наилучшей для Вьетнама является модель вида:

$$s = (0,555d + 0,445w) = 0,318 \exp(101,04h). \quad (6)$$

На рис. 6 приведены эмпирические данные и теоретическое описание зависимости комплексного удельного показателя s от УНП во Вьетнаме в период 2006–2016 гг. ($R^2 = 0,816$).

На основе найденной зависимости (6) решим задачу оптимального территориального распределения кадровых ресурсов противопожарной службы, занимающую важное место в общем спектре ее управленческих задач [10].

Пусть общая зависимость вектора выходных переменных $\vec{V}$ от вектора входных переменных и вектора кадровых ресурсов имеет вид:

$$\vec{V} = \vec{V}(\vec{R}, \vec{X}). \quad (7)$$

При этом выполняется условие:

$$\sum_{k=1}^K R_k = R_0, \quad (8)$$

где K — общее число территориальных кластеров с разной пожарной обстановкой, противопожарная служба которых подчинена единому государственному Центру [11, 12];

R_k — кадровый ресурс в k -м кластере,

$k = 1, 2, \dots, K$;

R_0 — общий кадровый ресурс во всех K кластерах.

Для построения критерия оптимальности распределения кадровых ресурсов противопожарной службы в территориальном аспекте введем целевую функцию φ_k , которая отражает эффективность использования кадрового ресурса противопожарной

службы. Применительно к k -му кластеру Вьетнама запишем ее в следующем виде:

$$\varphi_k = \varphi_k(F_k, R_k, \bar{\gamma}_k), \quad (9)$$

где F_k — число пожаров в k -м территориальном кластере;

R_k — количество пожарных в k -м кластере;

$\bar{\gamma}_k$ — вектор параметров целевой функции в k -м кластере.

В приложениях теории активных систем [13] принято предполагать, что целевая функция (8) монотонно возрастает в области $0 < R_k < \infty$:

$$\varphi_k(F_k, \infty, \bar{\gamma}_k) = A_k = \text{const} \quad (10)$$

и ограничена сверху.

Целевая функция общей системы противопожарной службы Вьетнама $\Phi_{\text{ц}}$ определяется целевыми функциями ее подразделений в кластерах и представляется в виде их суммы:

$$\Phi_{\text{ц}} = \sum_{k=1}^{k=K} \varphi_k. \quad (11)$$

Центр, располагая ограниченными ресурсами, стремится достичь некоторого оптимального значения своей системной цели (общей целевой функции) путем выбора такого распределения кадровых ресурсов, которое бы стимулировало территориальные противопожарные службы к совершенствованию форм и методов оперативно-служебной деятельности при тушении пожаров, интенсификации использования наличных ресурсов.

Задача распределения кадровых ресурсов при известной зависимости $\varphi_k(F_k, R_k, \bar{\gamma}_k)$ и известных параметрах γ_k ставится как следующая задача оптимизации:

$$\Phi_{\text{ц}} = \sum_{k=1}^{k=K} \varphi_k(F_k, R_k, \bar{\gamma}_k) \rightarrow \max(\bar{R}) \quad (12)$$

при ограничении на количество кадровых ресурсов, которыми располагает Центр:

$$\sum_{k=1}^{k=K} R_k = R. \quad (13)$$

Рассмотрим для формирования целевой функции аналитическую зависимость (6), отражающую связь удельной нагрузки по пожарам с комплексным удельным показателем по взвешенному числу погибших и травмированных на пожарах:

$$s_k = 0,318 \exp(101,04h_k), \quad (14)$$

где h_k — количество пожаров, приходящееся на одного пожарного в k -м кластере.

Задача оптимального распределения кадровых ресурсов по кластерам ставится так, чтобы минимизировать сумму величин из формулы (14) по всем кла-

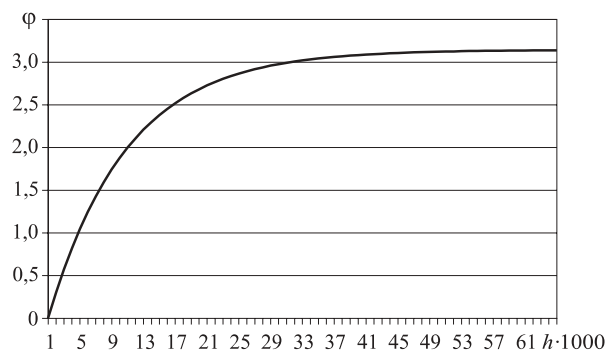


Рис. 7. Зависимость целевой функции от комплексного удельного показателя

Fig. 7. Dependence of the target function on the complex specific index

стерам $k = 1, \dots, K$ либо максимизировать сумму обратных величин:

$$1/s_k = 3,145 \exp(-101,04h_k). \quad (15)$$

Далее определим целевую функцию:

$$\begin{aligned} \varphi_k &= 3,145 [1 - \exp(-101,04h_k)] \approx \\ &\approx 3,2 [1 - \exp(-100h_k)], \end{aligned} \quad (16)$$

которая имеет следующий графический вид (рис. 7).

Функция (16) является монотонно возрастающей, и при $h_k \rightarrow \infty$ $\varphi_k \rightarrow 3,2$.

В целях получения аналитических зависимостей для оптимального распределения кадровых ресурсов упростим выражение (16), разложив экспоненту в ряд Макларена. Тогда:

$$\varphi_k = 160(2h_k - 10^2 h_k^2 + \dots), \quad k = 1, 2, \dots, K. \quad (17)$$

Целевая функция Центра в этом случае представляется в виде:

$$\Phi_{\text{ц}} \approx \sum_{k=1}^{k=K} 320h_k(1 - 50h_k). \quad (18)$$

Таким образом, задача оптимального распределения кадровых ресурсов между K кластерами ставится в виде:

$$\Phi_{\text{ц}} \vec{R} \rightarrow \min; \quad (19)$$

$$\sum_{k=1}^{k=K} R_k = R. \quad (20)$$

Задача (19)–(20) решена методом Лагранжа. Функция Лагранжа записывается в виде:

$$\begin{aligned} L(\Phi_{\text{ц}}) &= \sum_{k=1}^{k=K} [320h_k(1 - 50h_k)] - \\ &- \lambda \left(\sum_{k=1}^{k=K} R_k - R \right), \end{aligned} \quad (21)$$

где λ — множитель Лагранжа.

Условный экстремум выражения (21) находится из соотношений:

$$\frac{\partial L(\vec{R}, \lambda)}{\partial R_k} = \frac{\partial L(\vec{R}, \lambda)}{\partial \lambda} = 0, \quad k = 1, 2, \dots, K. \quad (22)$$

Подставляя выражение для $h_k = F_k/R_k$, имеем:

$$\frac{\partial L}{\partial R_k} = -320 \frac{F_k}{R_k^2} + 3 \cdot 320 \cdot 50 \frac{F_k^2}{R_k^3} - \lambda = 0; \quad (23)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = \sum_{k=1}^{k=K} R_k - R = 0. \quad (24)$$

Решая кубическое нормированное уравнение (23) относительно R_k

$$R_k^3 + 320 \frac{F_k}{\lambda} R_k - 150 \frac{320}{\lambda} F_k^2 = 0, \quad (25)$$

находим единственный вещественный корень с помощью формулы Кардано:

$$\begin{aligned} R_k &= \sqrt[3]{\frac{150 \cdot 160}{\lambda} F_k^2 + \frac{320}{\lambda} F_k \sqrt{\frac{320 F_k}{27 \lambda} + \left(\frac{150 F_k}{2}\right)^2}} + \\ &+ \sqrt[3]{\frac{150 \cdot 160}{\lambda} F_k^2 + \frac{320}{\lambda} F_k \sqrt{\frac{320 F_k}{27 \lambda} + \left(\frac{150 F_k}{2}\right)^2}}. \end{aligned} \quad (26)$$

С учетом того что первый член в корнях квадратных выражения (26) пренебрежимо мал по сравнению со вторым, оптимальное решение представляется в виде:

$$R_{k(\text{опт})} = R \frac{\sqrt[3]{F_k^2}}{\sum_{k=1}^{k=K} \sqrt[3]{F_k^2}}, \quad k = 1, 2, \dots, K. \quad (27)$$

Вычислительные эксперименты показали, что использование методики оптимального распределения кадровых ресурсов в соответствии с (27) позволило бы сократить комплексный удельный показатель примерно на 10–12 % по сравнению с реально существующей ситуацией их распределения по кластерам.

Выводы

1. Территории Вьетнама (провинции и города республиканского подчинения) из шести округов страны в результате решения задачи кластерного анализа распределились по пяти кластерам, достаточно однородным по пожарной обстановке. Распределение по кластерам представляется логичным, достаточно хорошо интерпретируемым и компактным.

2. Полученная типология провинций Вьетнама должна быть положена в основу определения стратегии территориального управления ресурсами

противопожарной службы, прогнозирования перспектив ее кластерного развития, решения основных региональных задач служебно-боевой деятельности пожарных подразделений.

3. Одно из центральных мест среди задач, связанных с управлением противопожарной службой Вьетнама, занимает задача их оптимального обеспечения кадровыми ресурсами. Весьма конструктивным для решения названной задачи является представление процесса оперативно-служебной деятельности кадровых подсистем противопожарной службы в кластерах в терминах “вход – ресурсы – выход” и формальное описание ее “оперативно-служебной технологии”.

4. Вычислительные эксперименты показали, что использование методики оптимального распределения кадровых ресурсов позволило бы сокра-

тить удельный комплексный показатель числа погибших и травмированных на пожарах примерно на 10–12 % по сравнению с реальной ситуацией их распределения по кластерам Вьетнама.

5. Полученные результаты имеют перспективы своего развития, связанные с детализацией пожарных рисков и ресурсов противопожарной службы по провинциям Вьетнама, моделированием иерархии ее управленческой структуры, учетом дополнительных факторов, определяющих пожарную обстановку в кластерах, а также учетом более сложных взаимодействий комплекса “пожарные риски – пожары – ресурсы противопожарной службы” в математических моделях анализа, прогнозирования и оптимального управления, активно развиваемых как в России, так и за рубежом [14–33].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Негреева В. В., Чан Тхань Туан. Экономическое развитие Вьетнама // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. — 2017. — № 1. — С. 15–20. DOI: 10.17586/2310-1172-2017-10-1-15-20.
2. Нгок Чан Тхи Бич. Инновационные проблемы в экономике Вьетнама // Вестник Международной академии системных исследований. Информатика, экология, экономика. — 2012. — Т. 14, № 2. — С. 11–16.
3. Дао Ань Туан. Анализ пожарной обстановки во Вьетнаме в 2001–2015 годах // Технологии техносферной безопасности. — 2016. — № 5(69). — С. 24–30. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-5/29-05-16.ttb.pdf> (дата обращения: 27.04.2018).
4. Минаев В. А., Топольский Н. Г., Дао Ань Туан. Типологизация провинций Вьетнама по характеристикам пожарной опасности // Пожары и чрезвычайные ситуации : предотвращение, ликвидация. — 2018. — Вып. 1. — С. 72–76. DOI: 10.25257/FE.2018.1.72-76.
5. Минаев В. А., Топольский Н. Г., Чу Куок Минь. Оптимальное территориальное распределение кадровых ресурсов противопожарной службы Вьетнама // Технологии техносферной безопасности. — 2015. — № 3(61). — С. 19–27. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_25101385_71628854.pdf (дата обращения: 27.04.2018).
6. Benichou N., Kashef A. H., Reid I., Hadjisophocleous G. V., Torvi D. A., Morinville G. FIERA system: a fire risk assessment tool to evaluate fire safety in industrial buildings and large spaces // Journal of Fire Protection Engineering. — 2005. — Vol. 15, No. 3. — P. 145–172. DOI: 10.1177/1042391505049437.
7. Пожарные риски. Вып. 4. Управление пожарными рисками / Под ред. Н. Н. Брушлинского, Ю. Н. Шебеко. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2006. — 148 с.
8. Брушлинский Н. Н., Клепко Е. А. К вопросу о локальных и интегральных рисках // Вестник Академии Государственной противопожарной службы МЧС России. — 2007. — № 6. — С. 93–96.
9. Минаев В. А., Топольский Н. Г., Дао Ань Туан. Информационное обеспечение задачи типологизации территорий Вьетнама по пожарной обстановке // Технологии техносферной безопасности. — 2017. — № 1(71). — С. 17–26. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-1/41-01-17.ttb.pdf> (дата обращения: 27.04.2018).
10. Чу Куок Минь. Управление пожарными рисками на основе методов и моделей теории активных систем : дис. ... канд. техн. наук. — М., 2015. — 215 с.
11. Бурков В. Н., Кондратьев В. В. Механизмы функционирования организационных систем. — М. : Наука, 1981. — 384 с.
12. Кондратьева Т. В., Константинова Н. В. Учет активности человека в организационных системах // Механизмы функционирования организационных систем. Теория и приложения : сб. тр. — М. : Институт проблем управления АН СССР, 1982. — Вып. 29. — С. 98–103.
13. Бурков В. Н., Новиков Д. А. Теория активных систем: состояние и перспективы. — М. : Синтез, 1999. — 128 с.

14. Минаев В. А., Топольский Н. Г., Симаков В. В., Тетерин И. М., Дао Ань Туан. Результаты типологизации территорий Вьетнама по характеристикам пожарной обстановки // Технологии технологической безопасности. — 2017. — № 4(74). — С. 16–26. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-4/05-04-17.ttb.pdf> (дата обращения: 27.04.2018).
15. Beck V. R., Yung D. The development of a risk-cost assessment model for the evaluation of fire safety in buildings // Fire Safety Science. — 1994. — Vol. 4. — P. 817–828. DOI: 10.3801/iafss.fss.4-817.
16. Beck V. R., Yung D. T., He Y., Sumathipala K. Experimental validation of a fire growth model // Interflam'96 : 7th International Fire Science and Engineering Conference (Cambridge, England, 26 March 1996) / Franks C. (ed.). — London : Interscience Communications, Ltd., 1996. — P. 653–662.
17. Chuzel D., Sarrat P. Methode ERIC. Evaluation du risque incendie par le calcul // Proceedings of CIB Symposium on Systems Approach to Fire Safety in Buildings. — 1979. — Vol. I. — P. II-37–II-58.
18. Chu G., Sun J. Decision analysis on fire safety design based on evaluating building fire risk to life // Safety Science. — 2008. — Vol. 46, Issue 7. — P. 1125–1136. DOI: 10.1016/j.ssci.2007.06.011.
19. Hall J. R. Overview of standards for fire risk assessment // Fire Science and Technology. — 2006. — Vol. 25, No. 2. — P. 55–61. DOI: 10.3210/fst.25.55.
20. Hall J. R., Watts J. M. Fire risk analysis // Fire Protection Handbook / Cote A. E. (ed.). — 20th ed. — Quincy, Massachusetts : National Fire Protection Association (NFPA), 2008. — Ch. 8. — P. 135–143.
21. Hasofer A. M., Beck V. R., Bennetts I. D. Risk analysis in building fire safety engineering. — Burlington : Butterworth-Heinemann, 2007. — 189 p.
22. Hurley M. J., Bukowski R. W. Fire hazard analysis techniques // Fire Protection Handbook / Cote A. E. (ed.). — 20th ed. — Quincy, Massachusetts : National Fire Protection Association (NFPA), 2008. — Ch. 7. — P. 3-121–3-134.
23. Kaiser J. Experiences of the Gretener method // Fire Safety Journal. — 1979/80. — Vol. 2, Issue 3. — P. 213–222. DOI: 10.1016/0379-7112(79)90021-3.
24. Kumamoto H. Satisfying safety goals by probabilistic risk assessment. — Berlin : Springer, 2007. — 253 p. DOI: 10.1007/978-1-84628-682-7.
25. Meacham B. J. Understanding risk: quantification, perceptions, and characterization // Journal of Fire Protection Engineering. — 2004. — Vol. 14, Issue 3. — P. 199–227. DOI: 10.1177/1042391504042454.
26. Minaev V. A., Topolsky N. G., Đào Anh Tuấn. Phân kiểu lãnh thổ Việt Nam theo đặc điểm nguy hiểm cháy theo phương pháp phân cụm thứ bậc // Tạp chí “Phòng cháy và chữa cháy”. — Bộ Công an, Việt Nam. — 2017. — No. 96. — P. 30–33 (in Vietnamese).
27. Minaev V. A., Topolsky N. G., Đào Anh Tuấn. Phân tích kết quả phân kiểu lãnh thổ Việt Nam theo đặc điểm nguy hiểm cháy // Tạp chí “Phòng cháy và chữa cháy”. — Bộ Công an, Việt Nam. — 2017. — No. 97. — P. 28–31 (in Vietnamese).
28. Minaev V. A., Topolsky N. G., Đào Anh Tuấn. Thống kê, tính toán và đánh giá rủi ro cháy ở Việt Nam // Tạp chí “Phòng cháy và chữa cháy”. — Bộ Công an, Việt Nam. — 2016. — No. 89. — P. 28–30 (in Vietnamese).
29. Nystedt F. A. Quantified fire risk design method // Journal of Fire Protection Engineering. — 2001. — No. 10. — P. 41–45.
30. Rasbash D., Ramachandran G., Kandola B., Watts J., Law M. Evaluation of fire safety. — N. Y. : John Wiley & Sons, Ltd., 2004. — 479 p. DOI: 10.1002/0470020083.
31. Wolski A. The importance of risk perceptions in building and fire safety codes // Journal of Fire Protection Engineering. — 2001. — No. 10. — P. 27–33.
32. Yung D., Hadjisophocleous G. V., Proulx G. A Description of the Probabilistic and Deterministic Modeling Used in FiRECAMTM // International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes. — 1999. — Vol. 1, No. 1. — P. 18–26.
33. Yung D. Principles of fire risk assessment in buildings. — N. Y. : John Wiley & Sons, Ltd., 2008. — 227 p. DOI: 10.1002/9780470714065.

Материал поступил в редакцию 5 мая 2018 г.

Для цитирования: Минаев В. А., Топольский Н. Г., Коробец Б. Н., Дао Ань Туан. Модели оптимального распределения кадровых ресурсов противопожарной службы на основе типологизации территорий по пожарным рискам // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 6. — С. 18–30. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.18-30.

MODELS OF OPTIMAL ALLOCATION OF FIRE SERVICE HUMAN RESOURCES ON THE BASIS OF TERRITORIES FIRE RISKS TYPOLOGY

MINAEV V. A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Honoured Worker of Higher School of Russian Federation, Leading Researcher of Educational and Scientific Center "Security", Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya St., 5/1, Moscow, 105005, Russian Federation; e-mail: m1va@yandex.ru)

TOPOLSKIY N. G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Honoured Scientist of Russian Federation, Professor of Information Technologies Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: ntopolskii@mail.ru)

KOROBETS B. N., Doctor of Technical Sciences, Docent, Vice-Rector of Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya St., 5/1, Moscow, 105005, Russian Federation; e-mail: korobetz@mail.ru)

DAO ANH TUAN, Deputy Chief of the Fire Tactics Department, Fire Safety Institute of the Public Safety, Ministry of the Socialist Republic of Vietnam (Huat Zuyu Tyen St., 243, Tkhon Suan Area, Hanoi, 100000, Vietnam, e-mail: tuan_pccc@yahoo.com)

ABSTRACT

Introduction. The article is devoted to solving the interrelated problems of assessing the territorial situation of fires based on the approaches of the integral fire risks theory, the typology of territories on fire situation based on cluster analysis, the optimal distribution of human resources of the fire service in territorial clusters. The optimal distribution is based on the principles of the active systems theory.

Methods. The study was conducted on the materials of Vietnam as a rapidly developing country with a fire situation that is complicated over time and has significant territorial differences. When solving the problem of typology takes into account the complex of factors reflecting economic, social, demographic, climatic indicators as well as indicators that account for the processes of urbanization, electrification, the development of trade and transport, provision of fire services personnel and technical means, characteristics of fires and fire fighting. The problem of typologization of Vietnam's provinces on characteristics of fire danger is given and its solution with the help of statistical software package Statistica 12 is found. An algorithm for solving the problem of territories typology by complex characteristics of fire danger is presented.

Results. The selected clusters satisfy three conditions: compact location in Vietnam; similarity of socio-economic conditions and fire situation; similarity of their forces and means parameters. Specific performance indicators of fire service depending on the actual load on firefighter were investigated.

Discussion. The complex specific indicator is formed, taking into account both the dead and injured in fires, which explains 82 % of the statistical data. Based on this indicator the goal function of territorial fire services and system target function that reflect efficiency of use of human resources is offered. Analytical dependences for the optimal distribution of human resources in clusters are found.

Conclusions. Computational experiments have shown that the use of the human resources optimal allocation method developed in the article would reduce the complex specific indicator of the number of deaths and injuries in fires by about 10–12 % compared to the real situation.

Keywords: management; human resources; fire service; modeling; optimization; typology; cluster analysis; fire risk.

REFERENCES

1. Negreeva V. V., Tran Thanh Tuan. The economic development of Vietnam. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment / Scientific Journal of National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (NRUITMO). Series: Economics and Environmental Management*, 2017, no. 1, pp. 15–20 (in Russian). DOI: 10.17586/2310-1172-2017-10-1-15-20.

2. Ngoc Tran Thi Bich. Innovative problems in Vietnam's economy. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii sistemnykh issledovaniy. Informatika, ekologiya, ekonomika / Bulletin of International Academy of System Studies. Computer Science, Ecology, Economics*, 2012, vol. 14, no 2, pp. 11–16 (in Russian).
3. Dao Anh Tuan. Analysis of fire incidents in Vietnam in period 2001–2015. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2016, no. 5(69), pp. 24–30 (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-5/29-05-16.ttb.pdf> (Accessed 27 April 2018).
4. Minaev V. A., Topolsky N. G., Dao Anh Tuan. Classification of provinces in Vietnam on fire hazard characteristics. *Pozhary i chrezvychaynyye situatsii: predotvrashcheniye, likvidatsiya / Fire and Emergencies: Prevention, Elimination*, 2018, issue 1, pp. 72–76 (in Russian). DOI: 10.25257/FE.2018.1.72-76.
5. Minaev V. A., Topolsky N. G., Chu Quoc Minh. Optimal territorial distribution of Vietnam fire service staff resources. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2015, no. 3(61), pp. 19–27 (in Russian). Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_25101385_71628854.pdf (Accessed 27 April 2018).
6. Benichou N., Kashef A. H., Reid I., Hadjisophocleous G. V., Torvi D. A., Morinville G. FIERA system: a fire risk assessment tool to evaluate fire safety in industrial buildings and large spaces. *Journal of Fire Protection Engineering*, 2005, vol. 15, no. 3, pp. 145–172. DOI: 10.1177/1042391505049437.
7. Brushlinskiy N. N., Shebeko Yu. N. (eds.). *Pozharnyye riski. Vypusk. 4. Upravleniye pozharnymi riskami* [Fire Risks. Issue 4. Fire Risk Management]. Moscow, VNIPO of Emercom of Russia Publ., 2006. 148 p. (in Russian).
8. Brushlinskiy N. N., Klepko E. A. To question of local and integral risks. *Vestnik Akademii Gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MChS Rossii / Bulletin of the State Fire Academy of Emercom of Russia*, 2007, no. 6, pp. 93–96 (in Russian).
9. Minaev V. A., Topolsky N. G., Dao Anh Tuan. Information support of problem of Vietnam's territories fire situation typology. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2017, no. 1(71), pp. 17–26 (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-1/41-01-17.ttb.pdf> (Accessed 27 April 2018).
10. Chu Quoc Minh. *Fire risk management based on methods and models of the theory of active systems*. Cand. tech. sci. diss. Moscow, 2015. 215 p. (in Russian).
11. Burkov V. N., Kondratiev V. V. *Mekhanizmy funktsionirovaniya organizatsionnykh sistem* [Mechanisms of organizational systems functioning]. Moscow, Nauka Publ., 1981. 384 p. (in Russian).
12. Kondratieva T. V., Konstantinova N. V. Accounting for activity of human in organizational systems. In: *Mekhanizmy funktsionirovaniya organizatsionnykh sistem. Teoriya i prilozheniya. Sbornik trudov* [Mechanisms of organizational systems functioning. Theory and applications. Collected papers]. Moscow, Institute of Control Sciences RAS Publ., 1982, issue 29, pp. 98–103 (in Russian).
13. Burkov V. N., Novikov D. A. *Teoriya aktivnykh sistem: sostoyaniye i perspektivy* [Theory of active systems: state and prospects]. Moscow, Sinteg Publ., 1999. 128 p. (in Russian).
14. Minaev V. A., Topolsky N. G., Simakov V. V., Teterin I. M., Dao Anh Tuan. Results of Vietnam's territories typology on fire situation characteristics. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2017, no. 4(74), pp. 16–26 (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-4/05-04-17.ttb.pdf> (Accessed 27 April 2018).
15. Beck V. R., Yung D. The development of a risk-cost assessment model for the evaluation of fire safety in buildings. *Fire Safety Science*, 1994, vol. 4, pp. 817–828. DOI: 10.3801/iafss.fss.4-817.
16. Beck V. R., Yung D. T., He Y., Sumathipala K. Experimental validation of a fire growth model. In: Franks C. (ed.). *Interflam '96. 7th International Fire Science and Engineering Conference* (Cambridge, England, 26 March 1996). London, Interscience Communications, Ltd., 1996, pp. 653–662.
17. Cluzel D., Sarraz P. Methode ERIC. Evaluation du risque incendie par le calcul. In: *Proceedings of CIB Symposium on Systems Approach to Fire Safety in Buildings*, 1979, vol. I, pp. II-37–II-58.
18. Chu G., Sun J. Decision analysis on fire safety design based on evaluating building fire risk to life. *Safety Science*, 2008, vol. 46, issue 7, pp. 1125–1136. DOI: 10.1016/j.ssci.2007.06.011.
19. Hall J. R. Overview of standards for fire risk assessment. *Fire Science and Technology*, 2006, vol. 25, no. 2, pp. 55–61. DOI: 10.3210/fst.25.55.
20. Hall J. R., Watts J. M. Fire Risk Analysis. In: Cote A. E. (ed.). *Fire Protection Handbook*. 20th ed. Quincy, Massachusetts, National Fire Protection Association (NFPA), 2008, ch. 8, pp. 135–143.
21. Hasofer A. M., Beck V. R., Bennetts I. D. *Risk analysis in building fire safety engineering*. Burlington, Butterworth-Heinemann, 2007. 189 p.

22. Hurley M. J., Bukowski R. W. Fire hazard analysis techniques. In: Cote A. E. (ed.). *Fire Protection Handbook*. 20th ed. Quincy, Massachusetts, National Fire Protection Association (NFPA), 2008, ch. 7, pp. 3-121–3-134.
23. Kaiser J. Experiences of the Gretener method. *Fire Safety Journal*, 1979/80, vol. 2, issue 3, pp. 213–222. DOI: 10.1016/0379-7112(79)90021-3.
24. Kumamoto H. *Satisfying safety goals by probabilistic risk assessment*. Berlin, Springer, 2007. 253 p. DOI: 10.1007/978-1-84628-682-7.
25. Meacham B. J. Understanding risk: quantification, perceptions, and characterization. *Journal of Fire Protection Engineering*, 2004, vol. 14, issue 3, pp. 199–227. DOI: 10.1177/1042391504042454.
26. Minaev V.A., Topolsky N.G., Đào Anh Tuấn. Phân kiểu lãnh thổ Việt Nam theo đặc điểm nguy hiểm cháy theo phương pháp phân cụm thứ bậc. *Tạp chí “Phòng cháy và chữa cháy”*, Bộ Công an, Việt Nam, 2017, no. 96, pp. 30–33 (in Vietnamese).
27. Minaev V.A., Topolsky N.G., Đào Anh Tuấn. Phân tích kết quả phân kiểu lãnh thổ Việt Nam theo đặc điểm nguy hiểm cháy. *Tạp chí “Phòng cháy và chữa cháy”*, Bộ Công an, Việt Nam, 2017, no. 97, pp. 28–31 (in Vietnamese).
28. Minaev V.A., Topolsky N.G., Đào Anh Tuấn. Thống kê, tính toán và đánh giá rủi ro cháy ở Việt Nam. *Tạp chí “Phòng cháy và chữa cháy”*, Bộ Công an, Việt Nam, 2016, no. 89, pp. 28–30 (in Vietnamese).
29. Nystedt F. A. Quantified fire risk design method. *Journal of Fire Protection Engineering*, 2001, no. 10, pp. 41–45.
30. Rasbash D., Ramachandran G., Kandola B., Watts J., Law M. *Evaluation of fire safety*. N. Y., John Wiley & Sons, Ltd., 2004. 479 p. DOI: 10.1002/0470020083.
31. Wolski A. The importance of risk perceptions in building and fire safety codes. *Journal of Fire Protection Engineering*, 2001, no. 10, pp. 27–33.
32. Yung D., Hadjisophocleous G. V., Proulx G. A Description of the Probabilistic and Deterministic Modeling Used in FIRECAMTM. *International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes*, 1999, vol. 1, no. 1, pp. 18–26.
33. Yung D. *Principles of fire risk assessment in buildings*. N. Y., John Wiley & Sons, Ltd., 2008. 227 p. DOI: 10.1002/9780470714065.

For citations: Minaev V. A., Topolskiy N. G., Korobets B. N., Dao Anh Tuan. Models of optimal allocation of fire service human resources on the basis of territories fire risks typology. *Pozharovzryvo-bezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 6, pp. 18–30 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.18-30.

С. Ю. БУТУЗОВ, д-р техн. наук, доцент, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры информационных технологий, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: butuzov_s_yu@mail.ru)

Д. АМАНКЕШУЛЫ, адъюнкт кафедры информационных технологий, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: dastan-10-84@mail.ru)

Н. Ю. РЫЖЕНКО, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: ryzhena@list.ru)

УДК 378.145:004.9

МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКОЙ МАГИСТРОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Рассматривается проблема разработки модели и алгоритмов системы поддержки управления при подготовке магистров в образовательных учреждениях пожарно-технического профиля в Республике Казахстан. На первом этапе исследований проведен анализ современного состояния системы управления подготовкой магистров пожарно-технического профиля, выявивший проблемные моменты, решаемые только с учетом целостности системы подготовки профильных магистров. На втором этапе проанализированы существующие модели систем организации и управления подготовкой магистров, ориентированные на современные государственные образовательные стандарты. На третьем этапе по результатам выборки разработаны модель формирования индивидуальных траекторий на обратных целевых задачах с корректируемыми узлами, модель сопоставления индивидуальных траекторий с целевой функцией, а также матричная система организации и сопоставления государственных стандартов и индивидуальных траекторий.

Ключевые слова: модель; система поддержки управления; профильная магистратура; модель компетенций; индивидуальные траектории.

DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.31-44

Введение

Постоянные изменения в течение последнего десятилетия в системе высшего образования привели практически к непоправимым последствиям как для рынка труда, так и для общего уровня образования в стране. Данная проблемная область актуальна и для России, и для Республики Казахстан [1, 2]. Уровень образования подрастающего поколения неизменно падает в классическом представлении поэтапного получения знаний для разных возрастных категорий. Общая квалификация подготовленных по современным программам специалистов согласно статистическим показателям и социологическим опросам также довольно низка. Причиной этому служит динамическая система постоянных изменений в образовательном процессе, предписываемых государственными органами [3]. При этом складывается ситуация, при которой устоявшиеся классические принципы передачи знаний, применяемые в системе профессионального образования, вынуждены изменяться, модифицироваться, исправ-

ляться, сокращаться и осовремениваться в соответствии с требованиями рынка труда. Искусственная система иерархии требований к образовательным программам привела к тому, что обучаемый первой ступени высшего образования уже не соответствует требованиям Трудового кодекса для принятия на должность и вынужден искать (самостоятельно) дополнительные возможности, чтобы доучиться и получить специализацию [4, 5]. Другими словами, новая система бакалавриата привела к тому, что система трудовых отношений оказалась не готова к принятию потока новых молодых кадров [6].

В данных условиях для вузов страны относительно новым веянием стало формирование на базе собственных образовательных площадок профильных магистратур, позволяющих обучаемым, завершившим бакалавриат, продолжить процесс обучения и получить специальность [7]. С точки зрения государственного регулирования образовательной средой данный этап должен формироваться на базе программ вузов, что не должно вызывать дополни-

тельных проблем при открытии новых направлений магистратуры. Тем не менее практика показала, что имеет место обратный эффект. Первые попытки быстрого формирования программ магистратур вызвали ряд непониманий и недоумений при разработке необходимой документации [8].

Одна из ключевых проблем заключается в том, что современные профильные высшие учебные заведения остро нуждаются в разработке новых специализированных методов и методологий, позволяющих планировать учебный процесс с учетом современных требований, предъявляемых к магистрантам, вести учет динамически изменяющейся нагрузки, оперативно предоставлять сводную информацию по обучаемым, анализировать данные индивидуальных графиков расписаний и загрузки аудиторного фонда и т. п. [9] Описанные задачи распространяются на все этапы процесса обучения, начиная с этапа абитуриента. По мере «роста» обучаемых данные процессы усложняются, насыщаются контурами индивидуального обучения. Существует типичное заблуждение, что сопровождение образовательной деятельности в магистратуре проще, чем на предыдущих этапах, поскольку количество обучаемых существенно меньше. Практика показала, что данный аргумент не имеет под собой основания: индивидуализация траектории обязывает формировать документы не только для профильной группы, что является особенностью процесса обучения [10]. Процесс усложняется в ведомственных образовательных учреждениях в связи с целевым влиянием в системе управления профильного министерства [11, 12]. Следовательно, моделирование и алгоритмизация с учетом описанных критериев информационно-аналитических систем поддержки управления магистратурой являются актуальными. В связи с этим можно обозначить ряд проблемных вопросов, существующих на текущий момент:

- с переходом на многоуровневую систему обучения в Республике Казахстан возникает необходимость подготовки и обучения высококвалифицированных магистров пожарно-технического профиля для дальнейшего повышения квалификации экстерном преподавателей-специалистов;
- использование существующих моделей не может в полной мере обеспечить переход на новую систему обучения в связи с тем, что на практике нет механизмов синтеза классической формы группового обучения магистров и обучения по индивидуальной траектории профильных специалистов.

Предлагаются адаптированные под пожарно-технический профиль модель и алгоритмы системы поддержки управления, основанные на простых ме-

ханизмах систематизации индивидуальных траекторий и корректируемой обратной связи целевой функции группового обучения, что позволит осуществлять процесс адаптации вновь вводимых изменений в эволюционном режиме.

Целью исследования является разработка модели и алгоритмов поддержки управления подготовкой магистров в образовательных учреждениях пожарно-технического профиля в Республике Казахстан.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи:

- проанализировано современное состояние системы управления подготовкой магистров пожарно-технического профиля в Республике Казахстан;
- проведен анализ моделей систем организации и управления подготовкой магистров профильных вузов, ориентированных на современные государственные образовательные стандарты;
- разработана модель формирования индивидуальных траекторий на обратных целевых задачах с корректируемыми узлами;
- разработана модель сопоставления индивидуальных траекторий с целевой функцией; определены критерии с плавающими коэффициентами;
- разработана матричная система организации и сопоставления государственных стандартов и индивидуальных траекторий.

Методы исследования

Для решения поставленных в работе задач используются методы теории управления, элементы теории целевого управления и механизмов обратных задач, теория множеств, концептуальное моделирование.

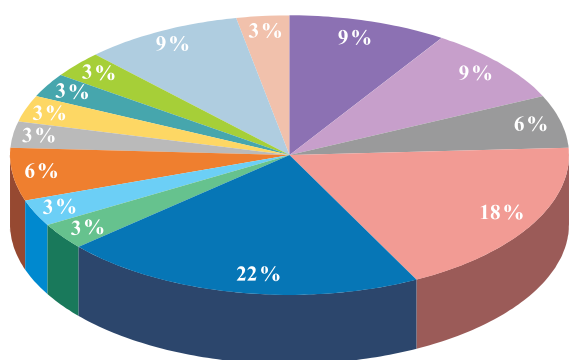
В основу положены результаты, полученные автором в ходе исследований, проводимых по планам научно-исследовательских работ Академии Государственной противопожарной службы МЧС России в период 2016–2018 гг. На базе полученных результатов разработаны модель и алгоритмы информационно-управляющей системы, обеспечивающие необходимым инструментарием информационных ресурсов орган управления образовательной среды для принятия решений.

Научную новизну представляют полученные автором результаты, заключающиеся в разработке модели и алгоритмов системы поддержки управления, реализующей механизмы подготовки профильных специалистов уровня магистратуры в условиях формирования индивидуальных траекторий на обратных целевых задачах с корректируемыми узлами, в том числе:

- модель сопоставления индивидуальных траекторий с целевой функцией, а также с критериями с плавающими коэффициентами и корректируемой обратной связью целевого дерева траектории агента-игрока;
- алгоритмы системы поддержки управления при формировании программ индивидуальных траекторий на основе механизмов адаптации унифицированного поля критериев при изменении внешней среды с использованием показателей изменения характеристик агентов-игроков.

Анализ существующих подходов к подготовке профильных магистрантов

На первом этапе исследований проведен обзор и анализ существующего положения в сфере подготовки специалистов в Республике Казахстан. Особый интерес представляют профильные организации в связи с ошибочностью использования ими стандартных механизмов динамического внедрения изменений и невозможностью введения постоянных модификаций без вероятных негативных последствий.



- Магистр экологии / Master of ecology
- Магистр юридических наук / Master of jurisprudence
- Магистр технических наук / Master of technical sciences
- Магистр педагогических наук / Master of pedagogical sciences
- Магистр естественных наук / Master of natural sciences
- Магистр химических наук / Master of chemical sciences
- Магистр техники и технологий / Master of the equipment and technologies
- Магистр гуманитарных наук / Master of arts
- Магистр иностранной филологии / Master of foreign philology
- Магистр государственного и местного управления / Master of the public and local administration
- Магистр образования / Master of education
- Магистр военного и административного управления / Master of military and administrative management
- Магистр экономики / Master of economy
- Магистр сельскохозяйственных наук / Master of agricultural sciences

Рис. 1. Диаграмма процентного соотношения подготовки магистров разных профилей в год

Fig. 1. The chart of a percentage ratio of training of masters in a year

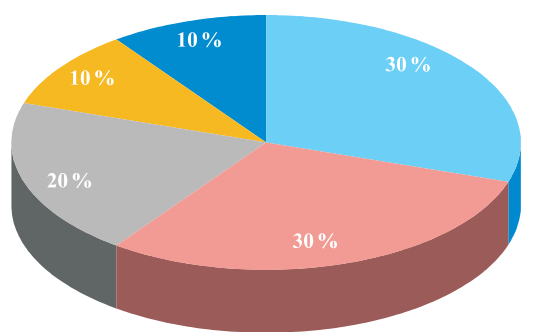
Одним из таких важных профильных направлений является пожарная безопасность.

На данный момент можно проследить статистику подготовки кадров в магистратурах, представленную на диаграмме рис. 1 [12].

Выполнен также анализ текущего состояния остротенности образовательных учреждений (рис. 2) и анализ статуса обучаемых во внешних образовательных учреждениях (рис. 3).

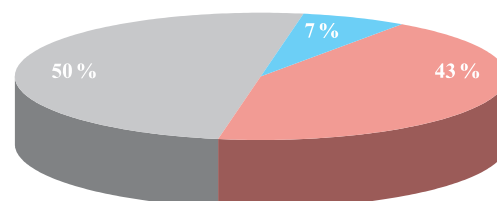
На основании результатов анализа можно утверждать, что количество обучаемых и уже подготовленных специалистов разного уровня не соответствует текущим потребностям рынка труда. При дальнейшем развитии такого сценария возможно падение производительности как промышленного сектора и сферы услуг, так и специального сектора комплексной безопасности (в данном случае пожарной безопасности).

В качестве решения сформирована модель системы поддержки управления, способной “подска-



- Кандидат технических наук / Candidate of technical sciences
- Кандидат филологических наук / Candidate of philological sciences
- Кандидат физико-математических наук / Candidate of physical and mathematical sciences
- Кандидат педагогических наук / Candidate of pedagogical sciences
- Кандидат химических наук / Candidate of chemical sciences

Рис. 2. Диаграмма процентного соотношения остротенности
Fig. 2. Chart of a percentage ratio with academic/scientific degrees



- Докторанты / Doctoral candidates
- Адъюнкты / Adjuncts
- Магистранты / Undergraduates

Рис. 3. Диаграмма процентного соотношения статуса обучаемых
Fig. 3. Chart of a percentage ratio status of trainees

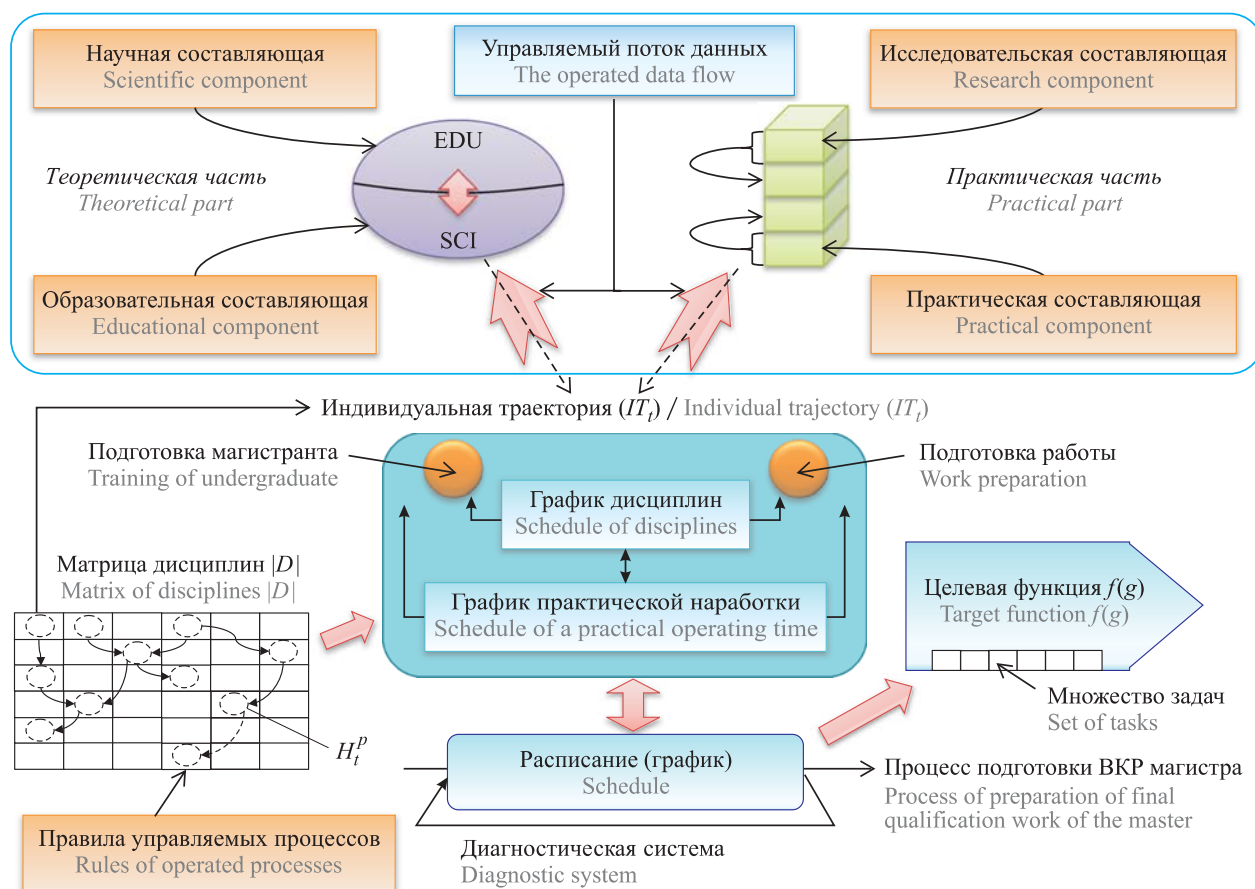


Рис. 4. Концепция системы поддержки управления / Fig. 4. Concept of support management system

зывать" варианты решений на разных этапах жизненного цикла магистратуры по выбранному профилю (рис. 4) [8, 13, 14].

Предполагаются следующие основные моменты реализации представленной модели:

- 1) внедрение в основной процесс формирования профильной магистратуры целевой функции $f(g)$, построенной на индивидуальной траектории обучаемых (IT_t), что позволит избежать ошибок тиражирования комплексных знаний без предварительной систематизации требований выпускной работы [11];
- 2) разработка индивидуальной матрицы дисциплин $|D|$ с использованием метода сквозного проекта, что позволит устанавливать контрольные точки всех обязательных для обучения предметов магистратуры в рамках решаемых итоговых задач [9];
- 3) встраивание строго иерархичной системы последовательной задачности в итоговую функцию траектории обучения H_t^p (где p — уровень иерархии), что позволит обучаемым на каждом этапе получать полную достоверную информацию по текущему состоянию [15].

В работе предлагается внедрить в процесс формирования магистратуры целевую модель, постро-

енную на подходе индивидуальной траектории обучаемых, что позволит избежать ошибок в передаче комплексных знаний без систематизации результатов выпускной квалификационной работы. Использование метода проектов в основе матрицы дисциплин даст возможность формировать контрольные точки всех предметов магистратуры в рамках решаемых итоговых задач. Встраиваемая система последовательной задачности в целевую функцию позволит обучаемым на каждом этапе получать полную достоверную информацию по текущему состоянию. Использование алгебраических правил в основе иерархии проектной деятельности устранил эффект избыточности, что, в свою очередь, позволит повысить коэффициент своевременности получения информации. В совокупности применяемые методы дадут возможность существенно упростить процесс принятия управленческих решений при подготовке новых направлений магистратуры и сопровождения текущих.

Указанные особенности предъявляют новые требования к формированию комплексной модели разрабатываемой системы поддержки управления, способной строить графики индивидуальных траекторий с учетом постоянно изменяющихся критериев и задач целевых функций.

Моделирование системы поддержки управления при формировании индивидуальных траекторий обучаемых специального профиля

В качестве основной модели формализации графов индивидуальных траекторий P используется адаптированный механизм ветвления в виде двух двудольных графов, где второй траекторией является обратная целевая функция с множеством Q контрольных узловых точек иерархического дерева (графа). Уровни иерархии обозначены соответственно коэффициентами α и β (рис. 5) [16, 17].

Предположим, что множества исходных данных в графах обозначены X и Z , где значения элементов определяются путем формирования процессов для создания очередной связи графа $R \rightarrow V$ и $L \rightarrow F$ соответственно, где $X = \{x_{rv}, R, V\}$ и $Z = \{z_{vf}, L, F\}$.

Тогда множество решений в ключевых узловых точках графов (при сопоставлении точек графов) можно определить как:

$$Z^{c(3)} = \{z_{vf}^{c(3)}, V, F, c(3) = (U, D, A) = \{-1, 1, 0\}\}, \quad (1)$$

где $c(3)$ — составной параметр, определяющий конкретный способ описания набора решений, состоящий из атрибутивных параметров U, D, A ;
 U — множество процессов;
 D — множество элементов;
 A — матрица смежности, состоящая из входящих/выходящих или промежуточных переменных задач.

При этом следует учесть, что для каждого параметра допустимы только три состояния: “+1” — исходный, “-1” — результат и “0” — не используется,

что соответствует требованиям корректирующего коэффициента механизма “ветвления и границ” [18]. С учетом терминологии целевую функцию можно представить в виде:

$$N = \sum_{v=1}^V \sum_{r=1}^R x_{rv} (1 - x_{r+1,v}) + \sum_{v=1}^V \sum_{r=1}^R x_{rv} (1 - x_{r+1,v}) \sum_{f=1}^F (kz_{vf}^c + lz_{vf}^3), \quad (2)$$

где k, l — коэффициенты, необходимые при переходе от элементной формы обработки к фасетной (коэффициенты задают привязку к конкретному иерархическому дереву решений);

z_{vf}^c, z_{vf}^3 — параметры, определяющие связь соответственно с элементами и массивами данных.

Достижение конечной цели возможно только в том случае, если на каждом этапе проводится оценка решения задач для параллельного ветвления:

$$\varepsilon_\mu = \frac{1}{R} \sum_{v=1}^\mu K [q_v^\mu H_v^\mu], \quad (3)$$

где ε_μ — оценка решения задач на уровне иерархии;

R — ограничение на количество вариантов решений;

μ — показатель уровня иерархии элемента дерева;

K — множество необходимых коэффициентов матричной формы обработки решений;

q_v^μ — элемент дерева иерархического графа Q распределения по массивам вариантов решений;

H_v^μ — уровень иерархии.

Существенным отличием модели является использование вместо стандартного механизма согласования решений в узлах модификации модели механиз-

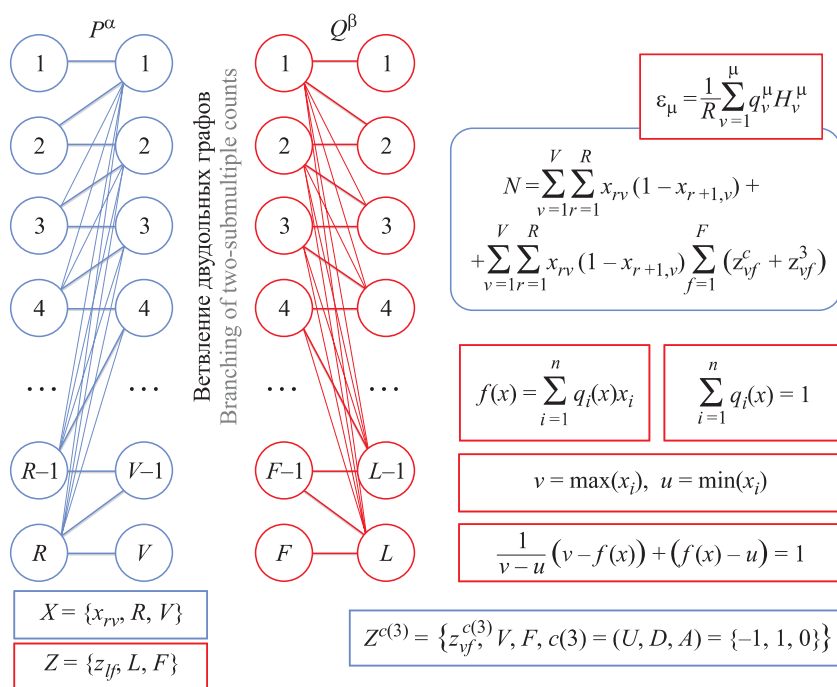


Рис. 5. Синтез индивидуальной траектории и иерархии целевой задачи

Fig. 5. Synthesis of individual trajectory and hierarchy of target task

$$P_{dev} = \frac{v\tau}{r} (1+f)(1+0,2U) \longrightarrow P_{dev} = \frac{N(t-t_0)}{t\sum r} (1 + \sum_i f_i)(1 + [0,6U])$$

r – количество тем для изучения / quantity of subjects for a study; τ – возможный период обучения / possible period of training; v – частота посещения занятий / frequency of visit occupations; f – финансовая обеспеченность / financial security; U – возможность удаленного доступа к ресурсам образовательного процесса / possibility of remote access to resources of educational process

$$Q = \sum_{i=1}^N \left(Q_i^{base} - \sum_{j=1}^r c_j f_{ij} \right)^2 - \frac{1}{\alpha} \left(\sum_{k=0}^r e_k - \tau v \right)^2$$

α – настроечный параметр / adjusting parameter

$$Q = \sum_{i=1}^k (Q_i^{base} - Q_i^{ind})^2 \rightarrow \min$$

Графическое представление результатов работы модели

Graphical representation of results of work of model

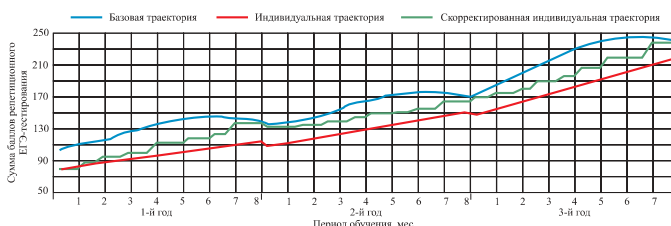


Рис. 6. Модель сопоставления индивидуальных траекторий с целевой функцией

Fig. 6. Model of comparison of individual trajectories to criterion function

мов согласования в случае наличия двух альтернатив, где основное условие приоритетности решений определяется как [19]:

$$\begin{cases} \frac{1}{v-u} (v-f(x)) + (f(x)-u) = 1; \\ v = \max(x_i), u = \min(x_i); \\ f(x) = \sum_{i=1}^n q_i(x)x_i, \sum_{i=1}^n q_i(x) = 1, \end{cases} \quad (4)$$

где u, v — элементы, задающие границы решений;

$f(x)$ — функция, определяющая комплекс решений для достижения итоговой цели;

x_i — параметр, задающий исходные приоритеты.

На основе полученного описания целевой функции с корректирующими коэффициентами сформирована целевая функция строго иерархичной системы последовательной задачи, представленная в форме модели сопоставления индивидуальных траекторий с целевой функцией (рис. 6). Особенностью полученной функции является то, что критерий осваиваемости дисциплин использован в качестве исходной функции, но изменен с учетом особенностей процесса обучения в профильной магистратуре [20]:

$$P_{dev} = \frac{N(t-t_0)}{t\sum r} \left(1 + \sum_i f_i \right) (1 + [0,6U]), \quad (5)$$

где P_{dev} — основной критерий осваиваемости целевой программы на основе анализа состояния ключевых параметров.

В формуле (5) неопределенная функция r (количество тем для изучения) заменена на сумму

ряда последовательно изучаемых дисциплин $t\sum r$; τ (возможный период обучения) — на заранее определенный интервальный период $(t-t_0)$; v (частота посещения занятий) в форме вероятностной оценки — на периодическую, оцениваемую согласно статистическим данным N ; f (финансовая обеспеченность) в форме сводного показателя — на сумму ряда финансовых источников $\sum_i f_i$. Коэффициент при U (возможность удаленного доступа к ресурсам образовательного процесса) заменен в связи с учетом особенностей возможного дистанционного обучения в разные периоды времени с привлечением приглашенного преподавательского состава (см. рис. 6) [1, 21].

Как следствие, учет базовой траектории, охватывающей процесс обучения группы в целом, неважен на начальной стадии. Тогда функцию траектории можно представить в виде:

$$Q = \sum_{i=1}^N \left(Q_i^{base} - \sum_{j=1}^r c_j f_{ij} \right)^2, \quad (6)$$

где Q_i^{base} — значения базовой траектории по каждой из тем;

c_j — количество часов по каждой теме;

f_{ij} — значение j -й функции при значениях независимых переменных в i -м эксперименте.

При заданном ограничении [17]

$$Q = \sum_{i=1}^k (Q_i^{ind})^2 \rightarrow \min, \quad (7)$$

где k — максимальное количество задаваемых траекторий;

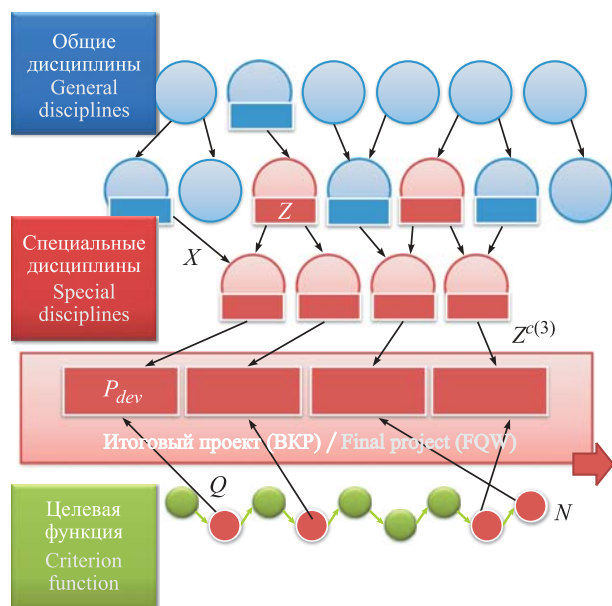


Рис. 7. Сопоставление иерархии дисциплин и целевого проекта

Fig. 7. Comparison of hierarchy of disciplines and target project

Q_i^{ind} — значения индивидуальной траектории по каждой из тем.

В результате общую схему взаимодействия двух независимых двудольных графов можно представить как поэтапное заполнение блоками целевого проекта, что соответствует методу сквозного проекта (рис. 7) [22, 23].

Основной идеей является то, что магистранты, обучаясь по индивидуальной траектории (согласно целевой задаче), обучаются и в группах. В то же время каждый обучаемый имеет собственный набор ключевых (контрольных) заданий по специальным дисциплинам, обеспечивающих элементы (блоки) ито-

гового проекта. Так как изначально строится дерево дисциплин, последовательность изложения информации в выпускной квалификационной работе обеспечена иерархией последовательности изложения дисциплин.

На предварительном этапе для определения промежуточных и итогового коэффициентов корректируемой обратной связи целевого дерева траектории для каждого потока обучаемых строится логическая схема получения знаний. Предполагается, что на основе иерархии компетентностных моделей проводится оценка состояния дисциплин Q индивидуальных траекторий целевой функции (рис. 8) [24].

Данная технология позволяет устранять такие проблемы, как несогласованность получаемых в контрольных точках решений (коллизий), что способствует большей гибкости построенных иерархий, а также учету альтернативных вариантов в узловых точках. Более того, устранение коллизий такого рода способствует эффекту адаптивности управления при случайном вмешательстве в основной жизненный цикл системы внешнего (стороннего) управления независимым источником [15, 25].

Для объединения приведенных моделей в единую систему предложено использовать фасетный метод организации управления на основе матрицы дисциплин. Данная технология широко используется в корпоративных системах при формировании матриц ответственности, где синхронизируются ключевые в траекториях задачи и игроки-исполнители (рис. 9) [22, 26].

Таким образом, показано, что представленные в главе методы моделирования индивидуальных траекторий имеют общее формальное основание, которое сводится к фасетной организации данных. Сле-

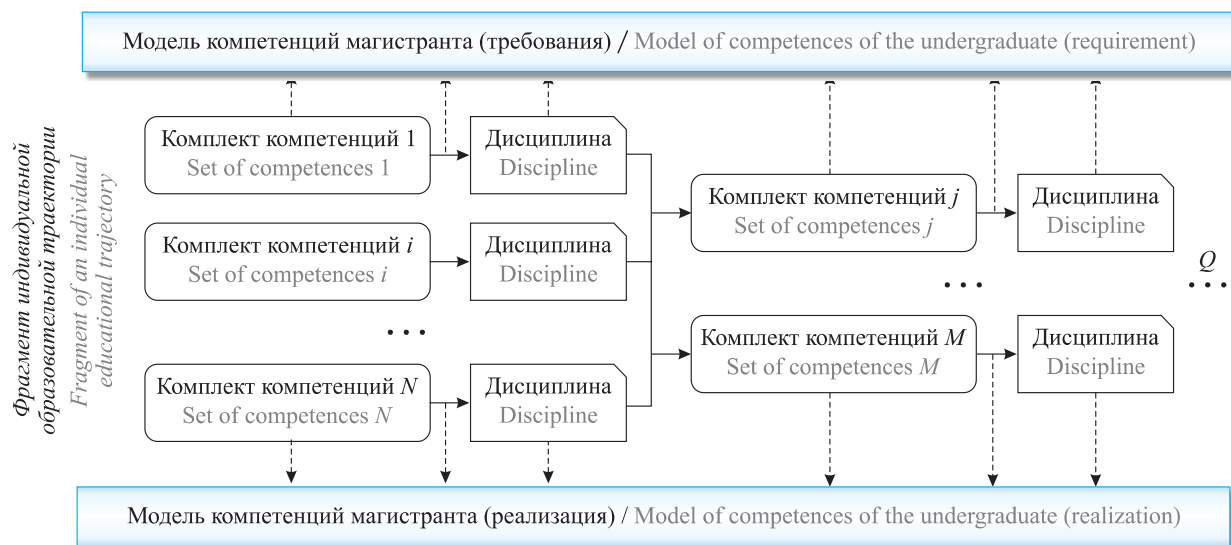


Рис. 8. Корректируемая обратная связь целевого дерева траектории

Fig. 8. The corrected feedback of a target tree of a trajectory

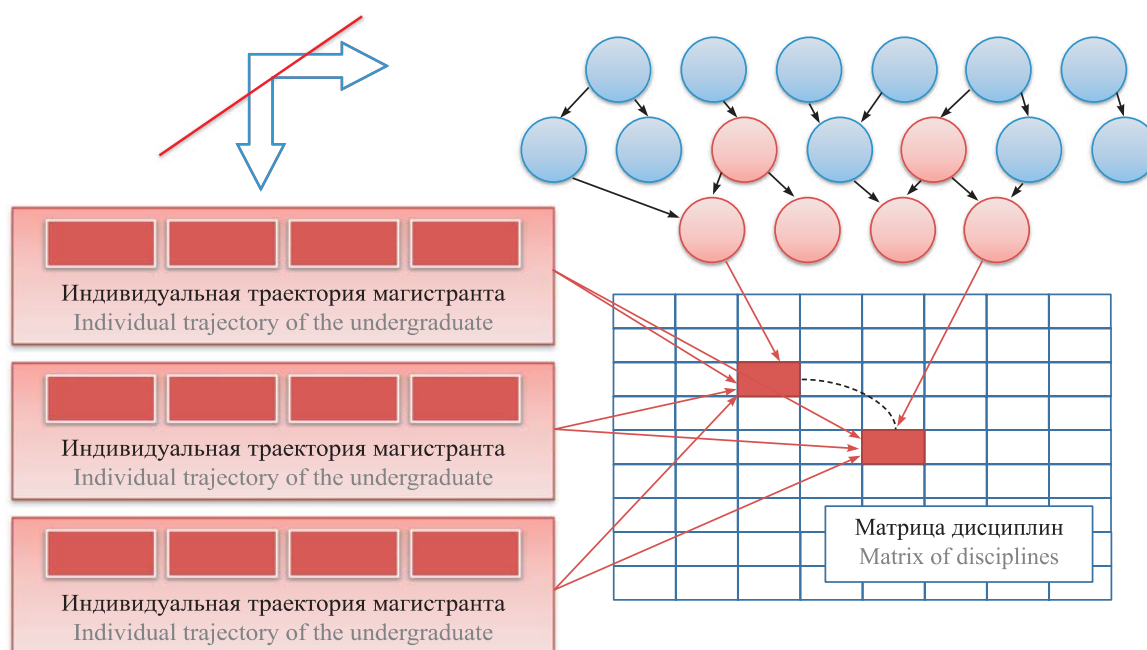


Рис. 9. Матричная система организации и сопоставления / Fig. 9. Matrix system of the organization and comparison

довательно, механизм обоснованного формирования графиков (графов) траекторий обучения магистрантов вполне реализуем.

Алгоритмы системы поддержки управления при формировании программ индивидуальных траекторий

На третьем этапе разработан алгоритм реализации ключевых моментов модели, включающий вновь вводимые процессы (определение модели компетенций магистранта и набора предшествующих дисциплин с возможностью дальнейшего сопоставления в виде набора обязательных и вариативных дисциплин) и формирование модели индивидуальных траекторий (рис. 10).

Перечислим основные шаги алгоритма:

1. Определить начальный вариант компетентностной модели магистранта на основе целевых требований.

2. Определить набор дисциплин, которые освоены заблаговременно, до построения индивидуальной образовательной траектории. Процедура необходима для формирования возможных связей между предшествующими, освоенными дисциплинами и набором дисциплин, из которых будет сформирован новый учебный план.

3. Составить набор дисциплин, которые обязательно войдут в учебный план. Для этого анализируется набор дисциплин, вошедших в предыдущий (изученный) учебный план, на предмет связи с не вошедшими в него дисциплинами. Кроме того, включить в список дисциплины, которые не имеют связей с предшествующими и которые необходимо изучать.

Если осуществлен переход на следующий шаг, то проанализировать связи между специальными дисциплинами и дисциплинами, которые могут быть включены в учебный план, а также включить дисциплины, к изучению которых учащиеся должны приступить в данном семестре.

4. Составить набор дисциплин, которые могут быть включены в учебный план. Для этого необходимо сопоставить второй компонент компетентностной модели магистранта с первоначальными требованиями к каждой дисциплине. Вхождение дисциплин в учебный план будет определяться по факту попадания в решение модели согласно целевой функции.

5. Составить модель, множеством неизвестных которой будет набор дисциплин текущего шага.

Критерием является максимизация суммы оценок дисциплин, где коэффициент представляет собой оценку в балльной форме, отражающую значимость дисциплины для конкретного направления подготовки. Ограничения, накладываемые на модель, складываются из требований ФГОС (Федеральный Государственный образовательный стандарт): максимальное и минимальное количество часов/кредитов, отводимое на дисциплины; максимальное и минимальное количество часов/кредитов, отводимое на базовые дисциплины; максимальное и минимальное количество часов/кредитов, отводимое на вариативные дисциплины; количество дисциплин, экзаменов, зачетов. При составлении модели необходимо скорректировать систему ограничений с учетом дисциплин, которые включены в учебный план на предыдущем шаге.

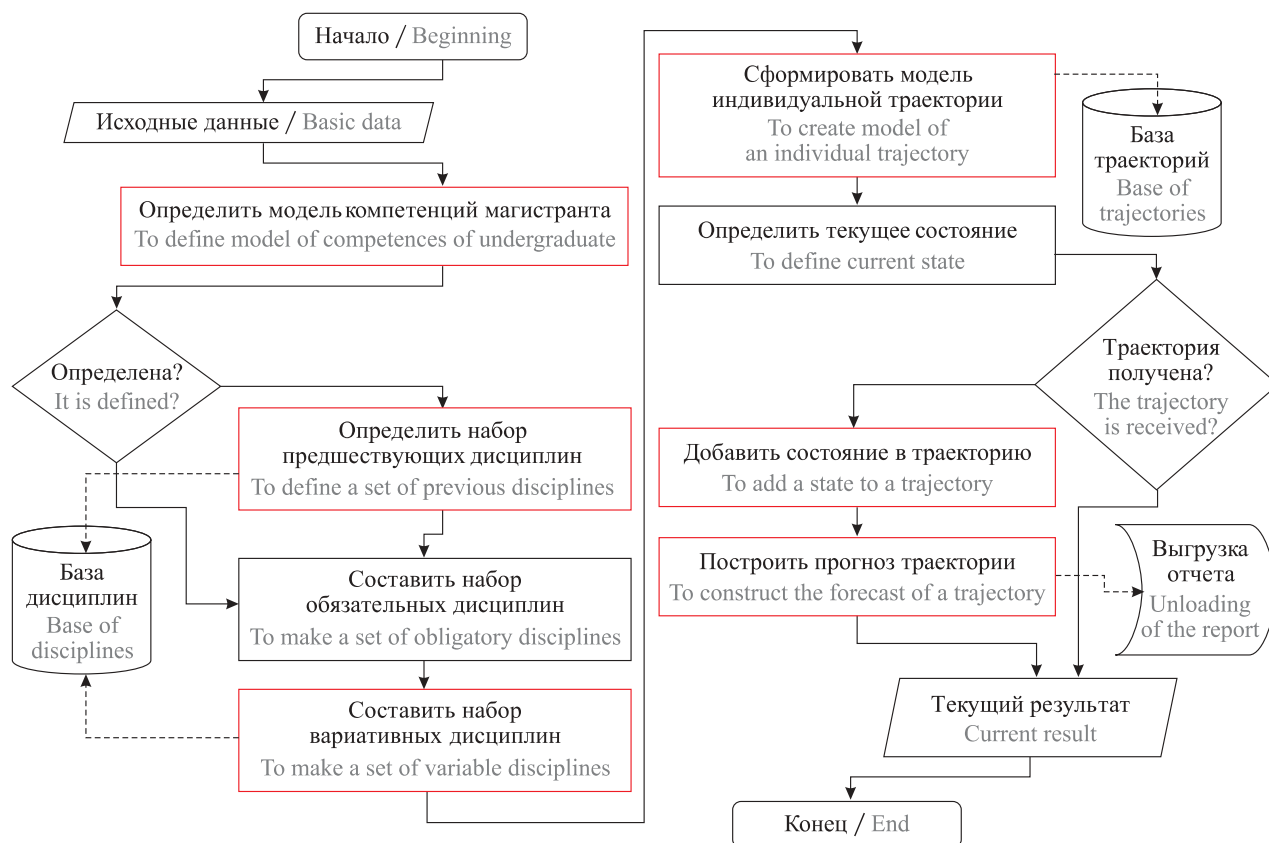


Рис. 10. Алгоритм реализации ключевых моментов разработанной системы
Fig. 10. An algorithm of realization key moments of developed system

6. Получить решение сформулированной на предыдущем шаге целевой задачи. Если решение принято, то выполняется следующий шаг, если — нет, то алгоритм заканчивает работу по построению индивидуальной образовательной траектории из-за недостатка ресурсов.

7. Пополнить модель индивидуальной траектории магистранта целями дисциплин, вошедших в учебный план. Завершить выполнение алгоритма, если все требования удовлетворены.

Результатом этапа становится элемент плана, а результатом выполнения алгоритма в целом — индивидуальная образовательная траектория. Представленный алгоритм обеспечивает процесс построения индивидуальной образовательной траектории с точки зрения соответствия ее требованиям управляющих воздействий [2].

В качестве примера реализации модели разработана система ведения учетных сведений по индивидуальным траекториям профильных магистров профильных образовательных учреждений (рис. 11).

Результаты и их обсуждение

В ходе исследований получены следующие результаты:

- модель сопоставления индивидуальных траекторий с целевой функцией, а также с критериями

с плавающими коэффициентами и корректируемой обратной связью целевого дерева траектории динамического агента. Особенностью является использование в качестве целевой функции модели матрично-иерархической системы организации и сопоставления федеральных стандартов и индивидуальных траекторий;

- разработан алгоритм построения индивидуальной траектории подготовки магистранта с учетом функции влияния целевых задач, а также модели освоения дисциплин. Особенностью является минимизация отклонения индивидуальной траектории от базовой благодаря введенным корректирующим критериям;
- спроектирована и разработана информационно-управляющая система проектирования индивидуальной образовательной траектории, позволяющая автоматизировать процесс проектирования индивидуальных образовательных траекторий, а также выявлять возможные пробелы путем сравнения двудольных графов модели. Особенностью является использование в качестве инструмента реализации матрично-иерархической системы [27], которая дает возможность координировать индивидуальные траектории независимо друг от друга, но в рамках одной группы обучения.

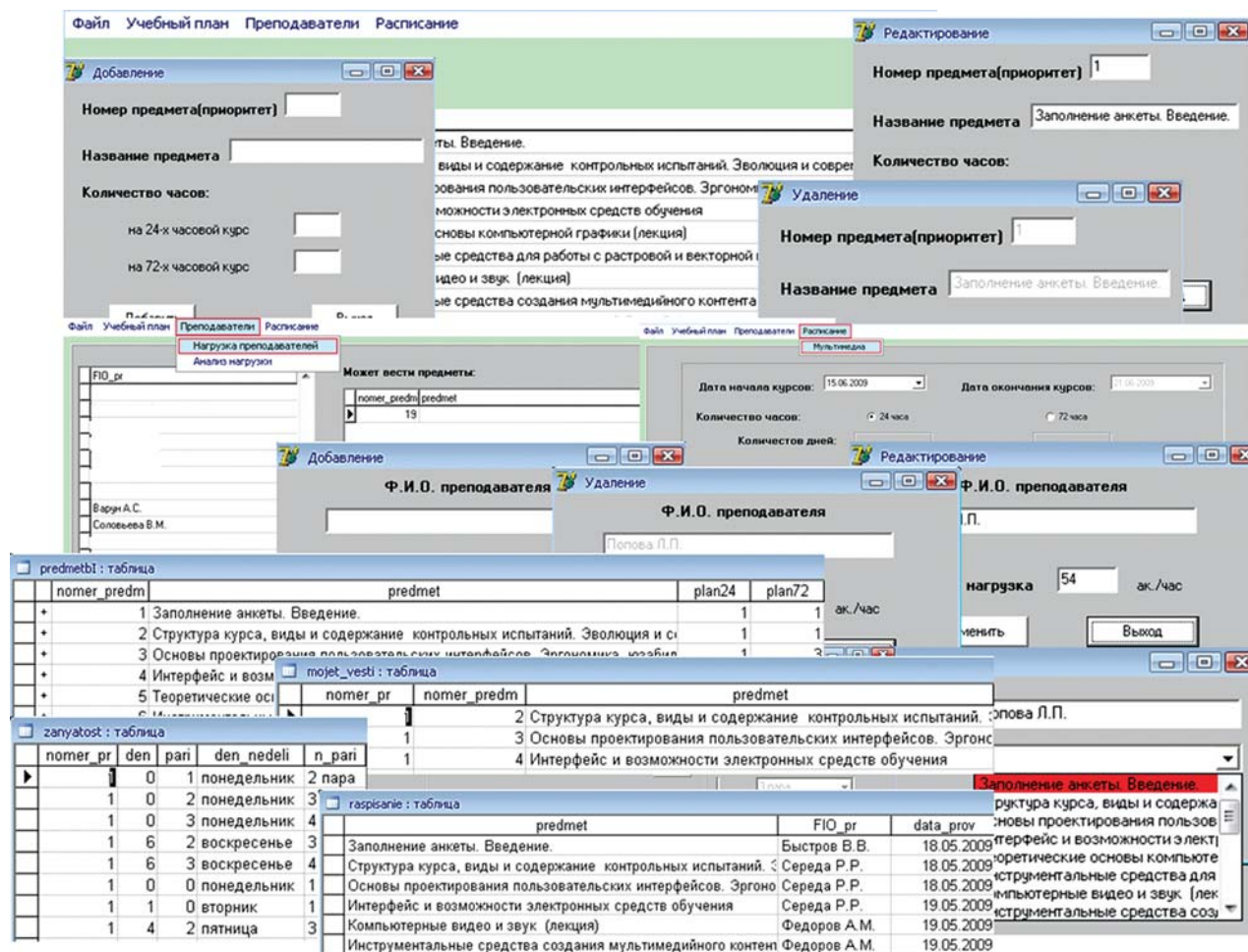


Рис. 11. Примеры интерфейса разработанного программного приложения

Fig. 11. Examples of interface developed software application

Закключение

В ходе работы получены следующие результаты.

1. Проведен анализ современного состояния системы управления подготовкой магистров в вузах России и Казахстана, а также анализ моделей систем организации и управления подготовкой магистров профильных вузов, ориентированных на современные государственные образовательные стандарты.
2. Разработана модель сопоставления индивидуальных траекторий с целевой функцией,

а также с критериями с плавающими коэффициентами и корректируемой обратной связью целевого дерева траектории агента-игрока.

3. Разработаны алгоритмы системы поддержки управления при формировании программ индивидуальных траекторий на основе механизмов адаптации унифицированного поля критериев при изменении внешней среды с использованием показателей изменения характеристик агентов-игроков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Искакова Г. К. Управленческие подходы к развитию высшего образования Республики Казахстан в условиях модернизации // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество : ежегодник / Отв. ред. В. И. Герасимов. — М. : ИНИОН РАН, 2018. — Вып. 1, ч. 1. — С. 589–593.
2. Шадманова У. А. Применение информационных технологий в высшем образовании // Информатика: проблемы, методология, технологии : сборник материалов XVIII Международной научно-методической конференции (г. Воронеж, 8–9 февраля 2018 г.) : в 7 т. / Под ред. А. А. Крыловецкого. — Воронеж : Изд-во “Научно-исследовательские публикации” (ООО “Вэлборн”), 2018. — Т. 7. — С. 323–326.

3. *Bush T.* Emotional leadership: A viable alternative to the bureaucratic model? // *Educational Management Administration and Leadership*. — 2014. — Vol. 42, Issue 2. — P. 163–164. DOI: 10.1177/1741143213512742.
4. *Sugimoto Y.* Diversity and unity in education // *An Introduction to Japanese Society*. — Cambridge : Cambridge University Press, 2010. — P. 115–145. DOI: 10.1017/cbo9780511801051.008.
5. *Tsuneyoshi R.* Japanese model of schooling: Comparisons with the U. S. — New York : Routledge, 2013. — 232 p. DOI: 10.4324/9780203357668.
6. *Schoen La Tefy, Fusarelli Lance D.* Innovation, NCLB, and the fear factor. The challenge of leading 21st-century schools in an era of accountability // *Educational Policy*. — 2008. — Vol. 22, Issue 1. — P. 181–203. DOI: 10.1177/0895904807311291.
7. *Vaughn S., Fletcher J. M., Francis D. J., Denton C. A., Wanzek J., Wexler J., Cirino P. T., Barth A. E., Romain M. A.* Response to intervention with older students with reading difficulties // *Learning and Individual Differences*. — 2008. — Vol. 18, Issue 3. — P. 338–345. DOI: 10.1016/j.lindif.2008.05.001.
8. *Бутузов С. Ю., Аманкешулы Д., Шарипханов С. Д., Рыженко Н. Ю.* Особенности проектирования системы анализа нагрузки преподавателей ведомственной магистратуры // *Технологии техносферной безопасности*. — 2016. — Вып. 2(66). — С. 265–273. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-2/36-02-16.ttb.pdf> (дата обращения: 07.05.2018).
9. *Аганов С. С., Матвеев Н. А., Аманкешулы Д.* Информационная система подготовки документации к сессии ведомственной магистратуры // *Проблемы управления рисками в техносфере*. — 2017. — № 1(41). — С. 101–109. URL: https://igps.ru/Content/publication/documents/Проблемы%20упр.%201-17_636289744035058593.pdf (дата обращения: 07.05.2018).
10. *Lie Sun, Ang Li.* Rolling-element bearings in China: From ancient times to the 20th century // *Frontiers of Mechanical Engineering*. — 2016. — Vol. 11, Issue 1. — P. 33–43. DOI: 10.1007/s11465-016-0373-2.
11. *Рыженко А. А., Аманкешулы Д., Губенку С. Е.* Технологии этапной подготовки экспертов-аналитиков систем техносферной безопасности // *Технологии техносферной безопасности*. — 2016. — Вып. 6(70). — С. 122–128. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-6/35-06-16.ttb.pdf> (дата обращения: 07.05.2018).
12. *Раимбеков К. Ж., Аманкешулы Д.* Совершенствование системы подготовки кадров высшей квалификации для органов гражданской защиты Республики Казахстан // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация*. — 2017. — № 1. — С. 11–14.
13. *Рыженко А. А., Сепеда-Эрреро Р. Р.* Структура распределенной системы информационной поддержки образования // *Прикладные проблемы управления макросистемами* / Под ред. Ю. С. Попкова, В. А. Путилова. — М. : Книжный дом “Либроком”, 2008. — Т. 39. — С. 397–402.
14. *Ryzhenko A. A.* Modeling of the cognitive center of support of management of safety of large-scale objects // *Theoretical & Applied Science*. — 2015. — Vol. 24, No. 04. — P. 80–85. DOI: 10.15863/tas.2015.04.24.14.
15. *Бутузов С. Ю., Владимиров В. П., Рыженко Н. Ю.* Компетентностная модель подготовки специалиста по обеспечению инноваций в системе пожарной безопасности // *Технологии техносферной безопасности*. — 2016. — Вып. 6(70). — С. 66–71. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-6/22-06-16.ttb.pdf> (дата обращения: 07.05.2018).
16. *Хмелевская Е. Б., Ручкин Д. А.* Проблемы развития сетевой формы реализации образовательных программ профессионального образования // *Информатика: проблемы, методология, технологии : сборник материалов XVIII Международной научно-методической конференции (г. Воронеж, 8–9 февраля 2018 г.) : в 7 т. / Под ред. А. А. Крыловецкого*. — Воронеж : Изд-во “Научно-исследовательские публикации” (ООО “Вэлборн”), 2018. — Т. 7. — С. 385–390.
17. *Deamer P., Bernstein P.* (eds.). Building (in) the future: recasting labor in architecture. — New York : Princeton Architectural Press, 2010. — 216 p.
18. *Cause L.* Bernstein’s code theory and the educational researcher // *Asian Social Science*. — 2010. — Vol. 6, Issue 5. — P. 3–9. DOI: 10.5539/ass.v6n5p3.
19. *Ryzhenko A. A.* Algebraic approach of the operated processes modeling of difficult systems // *American Journal of Control Systems and Information Technology*. — 2014. — Vol. 4, No. 2. — P. 17–21.
20. *Лодатко Е. А.* Моделирование педагогических систем и процессов : монография. — Славянск : СГПУ, 2010. — 148 с.
21. *Хабибуллин Р. Ш., Рыженко А. А.* Особенности моделирования информационной системы диагностики образовательных результатов в образовательных структурах МЧС России // *Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее : материалы III Международной научно-практической конференции в рамках форума “Безопасность и связь” (г. Казань, 27–28 февраля 2014 г.) / Под общ. ред. Р. Н. Минниханова*. — Казань : ГБУ “Научный центр безопасности жизнедеятельности”, 2014. — Ч. II. — С. 166–171.

22. Шамова Л. Г., Рыженко А. А., Рыженко Н. Ю., Матвеев Н. А. Концепция системы планирования процесса обучения в рамках федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) нового поколения // Вятский медицинский вестник. — 2015. — № 3(47). — С. 47–51.
23. Ryzhenko A. A., Ryzhenko N. Yu., Matveev N. A. Simulation planning of the learning process // Theoretical & Applied Science. — 2015. — Vol. 24, Issue 04. — P. 86–93. DOI: 10.15863/tas.2015.04.24.15.
24. Grossman P., Hammerness K., McDonald M. Redefining teaching, re-imagining teacher education // Teachers and Teaching: Theory and Practice. — 2009. — Vol. 15, Issue 2. — P. 273–289. DOI: 10.1080/13540600902875340.
25. Резниченко С. А., Калайдов А. Н., Подкосов С. В. Об оценке качества образования в Академии ГПС МЧС России // Технологии техносферной безопасности. — 2017. — Вып. 3(73). — С. 249–258. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-3/22-03-17.ttb.pdf> (дата обращения: 07.05.2018).
26. Ryzhenko A. A. Method of the operated processes modeling of difficult systems // Modern informatization problems. Proceedings of the XX International Open Science Conference (Yelm, WA, USA, January 2015) / O. Ja. Kravets (ed.). — Yelm, WA, USA : Science Book Publishing House, 2015. — P. 191–196.
27. Ryzhenko A. A. Features creation of uniform model metacorporate information systems // Modern informatization problems. Proceedings of the XXII International Open Science Conference (Yelm, WA, USA, January 2017) / O. Ja. Kravets (ed.). — Yelm, WA, USA : Science Book Publishing House, 2017. — P. 47–51.

Материал поступил в редакцию 8 мая 2018 г.

Для цитирования: Бутузов С. Ю., Аманкешулы Д., Рыженко Н. Ю. Модель поддержки управления подготовкой магистров в образовательных учреждениях пожарно-технического профиля // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 6. — С. 31–44. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.31-44.

English

MODEL OF SUPPORT MANAGEMENT OF MASTER'S TRAINING IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF FIRE AND TECHNICAL PROFILE

BUTUZOV S. Yu., Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, Honoured Worker of Higher School of the Russian Federation, Professor of Information Technologies Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: butuzov_s_yu@mail.ru)

AMANKESHULY D., Adjunct of Information Technologies Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: dastan-10-84@mail.ru)

RYZHENKO N. Yu., Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of Information Technologies Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: ryzhena@list.ru)

ABSTRACT

Introduction. There is a typical delusion that maintenance of educational activity in a magistracy is simpler, than at the previous stages because the number of trainees is significantly less. Practice has shown that this argument has no reasons; individualization of a trajectory obliges to form documents not for profile group that is feature of training process. Process becomes complicated in departmental educational institutions in connection with target influence of the profile Ministry. Therefore, modeling of information and analytical Master's management support systems is relevant.

Methods. The results received by the author during the researchers conducted according to plans of research works of State Fire Academy of Emercom of Russia during 2016–2018 are the basis.

The received new results consist in development of model and algorithms of management support system realizing mechanisms of training profile experts of level magistracy in conditions formation of individual trajectories on return target tasks with the corrected knots.

Results and discussion. Because of researches, the following results are received:

- model of comparison of individual trajectories to criterion function and criteria with floating coefficients and corrected feedback of a target tree of trajectory of the agent player;
- algorithm of creation individual trajectory of training undergraduate considering function of influence target tasks and models development of disciplines is developed;
- management information system of design individual educational trajectory allowing is designed and developed: to automate a designing process of individual educational trajectories and to reveal possible gaps by comparison of two-submultiple counts of model.

Conclusions. The methods applied in the received model allow simplifying decision-making process by preparation of programs and schedules of trajectories of training of undergraduates for the new profile directions and maintenances of current. At the same time, it is considered sets of the internal factors providing resources for the organization of system of planning of process of education and training considering a scientific component.

Keywords: model; management support systems; profile magistracy; competency model; individual trajectories.

REFERENCES

1. Iskakova G. K. Administrative approaches to development of the higher education of the Republic of Kazakhstan in the conditions of modernization. In: Gerasimov V. I. (ed.). *Bolshaya Yevraziya: razvitiye, bezopasnost, sotrudnichestvo. Ezhegodnik* [Big Eurasia: development, safety, cooperation. Year-book]. Moscow, Institute of Scientific Information on Social Sciences of the Russian Academy of Sciences Publ., 2018, issue 1, part 1, pp. 589–593 (in Russian).
2. Shadmanova U. A. Use of information technologies in the higher education. In: Krylovetskiy A. A. (ed.). *Informatika: problemy, metodologiya, tekhnologii. Sbornik materialov XVIII Mezhdunarodnoy konferentsii* [Informatics: problems, methodologies, technologies. Proceedings of XVIII International Conference]. Voronezh, Nauchno-issledovatel'skiye publikatsii (LLC Velborn) Publ., 2018, vol. 7, pp. 323–326 (in Russian).
3. Bush T. Emotional leadership: A viable alternative to the bureaucratic model? *Educational Management Administration and Leadership*, 2014, vol. 42, issue 2, pp. 163–164. DOI: 10.1177/1741143213512742.
4. Sugimoto Y. Diversity and unity in education. In: *An Introduction to Japanese Society*. Cambridge, Cambridge University Press, 2010, pp. 115–145. DOI: 10.1017/cbo9780511801051.008.
5. Tsuneyoshi R. *Japanese model of schooling: Comparisons with the U. S.* New York, Routledge, 2013. 232 p. DOI: 10.4324/9780203357668.
6. Schoen La Tefy, Fusarelli Lance D. Innovation, NCLB, and the fear factor. The challenge of leading 21st-century schools in an era of accountability. *Educational Policy*, 2008, vol. 22, issue 1, pp. 181–203. DOI: 10.1177/0895904807311291.
7. Vaughn S., Fletcher J. M., Francis D. J., Denton C. A., Wanzek J., Wexler J., Cirino P. T., Barth A. E., Romain M. A. Response to intervention with older students with reading difficulties. *Learning and Individual Differences*, 2008, vol. 18, issue 3, pp. 338–345. DOI: 10.1016/j.lindif.2008.05.001.
8. Butuzov S. Yu., Amankeshuly D., Sharipkhanov S. D., Ryzhenko N. Yu. Features design system of analysis load teacher's departmental magistracy. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2016, issue 2(66), pp. 265–273 (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-2/36-02-16.ttb.pdf> (Accessed 7 May 2018).
9. Aganov S. S., Matveev N. A., Amankeshuly D. Information system of preparation documentation for session departmental magistracy. *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere / Problems of Technosphere Risk Management*, 2017, no. 1(41), pp. 101–109 (in Russian). Available at: https://igps.ru/Content/publication/documents/Проблемы%20упр.%201-17_636289744035058593.pdf (Accessed 7 May 2018).
10. Lie Sun, Ang Li. Rolling-element bearings in China: From ancient times to the 20th century. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 2016, vol. 11, issue 1, pp. 33–43. DOI: 10.1007/s11465-016-0373-2.
11. Ryzhenko A. A., Amankeshuly D., Gubenku S. E. Technologies of landmark training of experts-analysis of technosphere security systems. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2016, issue 6(70), pp. 122–128 (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-6/35-06-16.ttb.pdf> (Accessed 7 May 2018).

12. Raimbekov K. Zh., Amankeshuli D. Improving the training system of the highest qualification specialists for the civil protection authorities of the Republic of Kazakhstan. *Pozhary i chrezvychaynyye situatsii: predotvrashcheniye, likvidatsiya / Fire and Emergencies: Prevention, Elimination*, 2017, no. 1, pp. 11–14 (in Russian).
13. Ryzhenko A. A., Sepeda-Errero R. R. Structure of distributed system of information support of education. In: Popkov Yu. S., Putilov V. A. *Prikladnyye problemy upravleniya makrosistemami* [Applied problems of management of macrosystems]. Moscow, Librokom Book House Publ., 2008, pp. 397–402 (in Russian).
14. Ryzhenko A. A. Modeling of the cognitive center of support of management of safety of large-scale objects. *Theoretical & Applied Science*, 2015, vol. 24, issue 04, pp. 80–85. DOI: 10.15863/tas.2015.04.24.14.
15. Butuzov S. Yu., Vladimirov V. P., Ryzhenko N. Yu. Competental model of training specialist on ensuring innovation in fire safety system. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2016, issue 6(70), pp. 66–71 (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-6/22-06-16.ttb.pdf> (Accessed 7 May 2018).
16. Khmelevskaya E. B., Ruchkin D. A. Problems of development of a network form of implementation of educational programs of professional education. In: Krylovetskiy A. A. (ed.). *Informatika: problemy, metodologiya, tekhnologii. Sbornik materialov XVIII Mezhdunarodnoy konferentsii* [Informatics: problems, methodologies, technologies. Proceedings of XVIII International Conference]. Voronezh, Nauchno-issledovatel'skiye publikatsii (LLC Velborn) Publ., 2018, vol. 7, pp. 385–390 (in Russian).
17. Deamer P., Bernstein P. (eds.). *Building (in) the future: recasting labor in architecture*. New York, Princeton Architectural Press, 2010. 216 p.
18. Cause L. Bernstein's code theory and the educational researcher. *Asian Social Science*, 2010, vol. 6, issue 5, pp. 3–9. DOI: 10.5539/ass.v6n5p3.
19. Ryzhenko A. A. Algebraic approach of the operated processes modeling of difficult systems. *American Journal of Control Systems and Information Technology*, 2014, vol. 4, no. 2, pp. 17–21.
20. Lodatko E. A. *Modelirovaniye pedagogicheskikh sistem i protsessov. Monografiya* [Modeling of pedagogical systems and processes. Monograph]. Slaviansk, Slaviansk State Pedagogical Institute Publ., 2010. 148 p. (in Russian).
21. Khabibulin R. Sh., Ryzhenko A. A. Features of modeling of an information system of diagnostics of educational results in educational structures of Emercom of Russia. In: Minnikhanov R. N. (ed.). *Sovremennyye problemy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: nastoyashcheye i budushcheye. Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh foruma "Bezopasnost i svyaz"* [Modern security of activity: present and future. Proceedings of III International Scientific and Practical Conference within the Forum "Safety and Communication"]. Kazan, Scientific Center of Health and Safety Publ., 2014, part II, pp. 166–171 (in Russian).
22. Shamova L. G., Ryzhenko A. A., Ryzhenko N. Yu., Matveev N. A. Concept of system of planning the learning process within the new federal state educational standard (FSES). *Vyatskiy meditsinskiy vestnik / Medical Newsletter of Vyatka*, 2015, no. 3(47), pp. 47–51 (in Russian).
23. Ryzhenko A. A., Ryzhenko N. Yu., Matveev N. A. Simulation planning of the learning process. *Theoretical & Applied Science*, 2015, vol. 24, issue 04, pp. 86–93. DOI: 10.15863/tas.2015.04.24.15.
24. Grossman P., Hammerness K., McDonald M. Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 2009, vol. 15, issue 2, pp. 273–289. DOI: 10.1080/13540600902875340.
25. Reznichenko S. A., Khalidov A. N., Podkosov S. V. About assessment of quality of educational activities in Academy of State Fire Service of Emercom of Russia. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2017, issue 3(73), pp. 249–258 (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-3/22-03-17.ttb.pdf> (Accessed 7 May 2018).
26. Ryzhenko A. A. Method of the operated processes modeling of difficult systems. In: Kravets O. Ja. (ed.). *Modern informatization problems. Proceedings of the XX International Open Science Conference (Yelm, WA, USA, January 2015)*. Yelm, WA, USA, Science Book Publishing House, 2015, pp. 191–196.
27. Ryzhenko A. A. Features creation of uniform model metacorporate information systems. In: Kravets O. Ja. (ed.). *Modern informatization problems. Proceedings of the XXII International Open Science Conference (Yelm, WA, USA, January 2017)*. Yelm, WA, USA, Science Book Publishing House, 2017, pp. 47–51.

For citation: Butuzov S. Yu., Amankeshuly D., Ryzhenko N. Yu. Model of support management of master's training in educational institutions of fire and technical profile. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 6, pp. 31–44 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.31-44.

Б. Б. ГРИНЧЕНКО, адъюнкт, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, 153040, г. Иваново, просп. Строителей, 33; e-mail: grinchenko.borya@mail.ru)

Д. В. ТАРАКАНОВ, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ в составе УНК "Пожаротушение", Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, 153040, г. Иваново, просп. Строителей, 33; e-mail: den-pgsm@mail.ru)

УДК 614.842.4,614.849

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИ РАБОТАХ НА ПОЖАРАХ В НЕПРИГОДНОЙ ДЛЯ ДЫХАНИЯ СРЕДЕ

Разработана вероятностная модель управления безопасностью участников тушения пожара при работах в непригодной для дыхания среде с учетом условий и ограничений временных ресурсов. Проведена детерминированная постановка задачи управления безопасностью участников тушения пожара; предложена ее вероятностная интерпретация в терминах общей теории управления риском. Показано, что время выполнения работ в непригодной для дыхания среде и время защитного действия дыхательных аппаратов могут быть представлены непрерывными случайными величинами. Рассмотрен комплекс деструктивных событий, связанных с недостатком времени защитного действия дыхательного аппарата для успешного и безопасного ведения работ в непригодной для дыхания среде. На основе методологии анализа непрерывных случайных величин разработан метод оценки риска реализации рассматриваемых деструктивных событий. Предложены детерминированные и вероятностные формы критериев безопасности работ, проводимых в непригодной для дыхания среде, а также разработаны методы расчета их количественных значений. Сформирована концепция управления безопасностью, включающая в себя комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на снижение значений риска возникновения деструктивных событий до минимального или приемлемого уровня в зависимости от поставленной задачи управления. Показано, что разработанная модель может быть использована для цифровой обработки данных, полученных от телеметрических систем мониторинга показателей безопасности участников тушения пожара.

Ключевые слова: пожар; управление безопасностью пожарных; критерии безопасности; деструктивные события; анализ рисков; вероятностная модель.

DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.45-51

Введение

Управление безопасностью при работах на пожарах в непригодной для дыхания среде является неотъемлемой частью общей концепции управления силами и средствами пожарно-спасательных подразделений [1–3]. На практике при ведении работ в непригодной для дыхания среде участники тушения пожара ограничены по времени их выполнения. Данное ограничение определяется временем защитного действия средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, а критерием управления безопасностью в данном случае является количественная оценка допустимого времени выполнения работ в непригодной для дыхания среде. В настоящее время при управлении безопасностью используются детерминированные процедуры анализа количественных критериев [4, 5]. Однако в современных условиях методологическая основа управления

безопасностью нуждается в совершенствовании по причине внедрения в практику борьбы с пожарами современных телеметрических систем мониторинга показателей безопасности участников тушения пожара. Метрологическая структура данных, получаемых от телеметрических систем, имеет вероятностную природу, и применение детерминированных методов при цифровой обработке данных не во всех случаях обеспечивает адекватный результат при управлении.

Альтернативой детерминированным методам анализа критериев безопасности является вероятностный подход, основанный на теоретических аспектах концепции управления риском. Так, в практике решения задач безопасности теория управления риском получила широкое развитие при анализе различных по структуре деструктивных событий [6]. В рамках данной теории под термином *управление риском* по-

нимается комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на снижение значений соответствующих вероятностей возникновения деструктивных событий до минимального или приемлемого уровня в зависимости от поставленной задачи управления [6].

Таким образом, целью настоящей работы является разработка модели управления безопасностью при работах на пожарах в непригодной для дыхания среде на основе общей теории управления рисками. При разработке модели необходимо провести формальную постановку задачи управления безопасностью в терминах теории управления риском и предложить метод расчета величины риска реализации деструктивных событий, связанных с нехваткой объема дыхательной смеси для успешного выполнения работ в непригодной для дыхания среде.

Детерминированная модель управления безопасностью

Рассмотрим комплекс деструктивных событий, связанных с недостатком объема дыхательной смеси для выполнения комплекса работ в непригодной для дыхания среде. При работах в этих условиях под деструктивными будем понимать события, реализация которых на практике может являться препятствием для успешного выполнения поставленных перед участниками тушения пожара задач, а в исключительных случаях приводить к их травмированию и/или гибели.

Итак, рассмотрим комплекс R , представляющий собой совокупность работ R_i , для реализации которого потребуется ресурс времени T (мин), рассчитываемый по формуле

$$T = T_0 + \sum_{i=1}^n T_i, \quad (1)$$

где T_0 — ресурс времени, необходимый для проведения непредвиденных работ R_0 , мин;

T_i — ресурс времени, необходимый для выполнения i -й работы, мин.

Тогда объем дыхательной смеси, необходимый для успешного выполнения комплекса работ R , будет определяться по формуле

$$V = V_0 + \sum_{i=1}^n V_i, \quad (2)$$

где V_0 — объем дыхательной смеси, необходимый для выполнения непредвиденных работ R_0 , л;

V_i — объем дыхательной смеси, необходимый для успешной реализации i -й работы R_i , л.

В свою очередь, объем дыхательной смеси обеспечивает фактическое время защиты T_3 (мин), которое для комплекса работ R определяется следующим образом:

$$T_3 = T_{30} + \sum_{i=1}^n T_{3i}, \quad (3)$$

где T_{30} — ресурс времени защиты при объеме дыхательной смеси V_0 , мин;

T_{3i} — ресурс времени защиты при объеме дыхательной смеси V_i , мин.

Тогда в детерминированной постановке задачи управления безопасностью количественные критерии успешного выполнения комплекса работ R будут определяться следующими соотношениями:

- для каждой работы R_i — локальный критерий безопасности:

$$T_{3i} > T_i; \quad (4)$$

- для комплекса работ R — интегральный критерий безопасности:

$$T_3 > T. \quad (5)$$

Выполнение неравенств (4) и (5) является совокупным условием безопасности при ведении работ в непригодной для дыхания среде.

Вероятностная модель управления безопасностью

Рассмотрим задачу управления безопасностью в вероятностной постановке. Воспользуемся аналогией с работой [7] и предположим, что практическая реализация концепции управления рисками в части оценки достаточности объема дыхательной смеси будет предусматривать оценку вероятности реализации деструктивных событий Q_i для каждой составляющей комплекса работ R_i и оценку вероятности Q для комплекса работ в целом R . Тогда с вероятностной точки зрения ресурс времени будет представлять собой интервал значений:

- для выполнения работ R_i :

$$T_i^{\min} \leq T_i \leq T_i^{\max}; \quad (6)$$

- для защиты при объеме дыхательной смеси V_i :

$$T_{3i}^{\min} \leq T_{3i} \leq T_{3i}^{\max}. \quad (7)$$

Таким образом, для того чтобы сравнить по соотношениям (4) и (5) интервалы значений (6) и (7) в соответствии с вероятностным подходом, необходимо определить закон распределения сравниваемых случайных величин.

Основные результаты исследований [8–12] позволяют предположить, что временной ресурс работ в непригодной для дыхания среде и время защиты являются непрерывными случайными величинами, подчиняющимися нормальному закону распределения с плотностью:

$$f(T) = \frac{1}{\sqrt{2D\pi}} \exp\left(-\frac{(T - \bar{T})^2}{2D}\right), \quad (8)$$

где D — дисперсия случайной величины, мин²;
 $\bar{T}$ — математическое ожидание случайной величины, мин.

Следовательно, при анализе интервальных значений (6) и (7) можно перейти к анализу их вероятностных оценок $\langle \bar{T}_i, D_i \rangle$ и $\langle \bar{T}_{zi}, D_{zi} \rangle$.

Формальная постановка задачи

При выполнении работы R_i за интервал времени, характеризуемый параметрами $\langle \bar{T}_i, D_i \rangle$ и запасом дыхательной смеси V_i , который обеспечивает интервал времени защитного действия, характеризуемый параметрами $\langle \bar{T}_{zi}, D_{zi} \rangle$, необходимо определить риск Q_i реализации события S , состоящего в том, что объема дыхательной смеси V_i будет недостаточно для выполнения работы R_i .

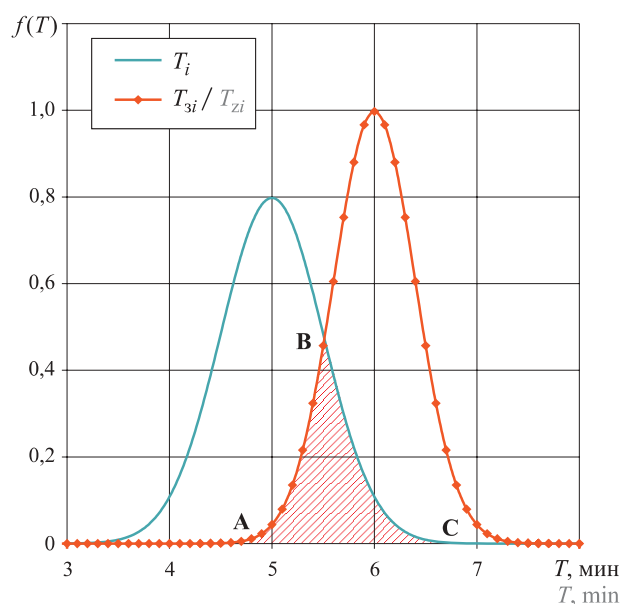
В классической теории вероятностей решение данной задачи предусматривает вычисление обобщенного показателя Z_i двух случайных величин с параметрами $\langle \bar{T}_i, D_i \rangle$ и $\langle \bar{T}_{zi}, D_{zi} \rangle$ по формуле

$$Z_i = \frac{\bar{T}_{zi} - \bar{T}_i}{\sqrt{D_{zi} + D_i}}. \quad (9)$$

Далее, используя функцию распределения нормальной случайной величины, определяют искомую вероятность:

$$Q_i(S) = \frac{1}{2} \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{Z_i}{\sqrt{2}} \right) \right]. \quad (10)$$

Геометрическая интерпретация решения поставленной задачи представлена на рисунке для случая, когда $\langle \bar{T}_i = 5 \text{ мин}, D_i = 0,25 \text{ мин}^2 \rangle$; $\langle \bar{T}_{zi} = 6 \text{ мин}, D_{zi} = 0,16 \text{ мин}^2 \rangle$ и $Z_i = 1,56 \rightarrow Q_i(S) = 0,06$.



Геометрическая интерпретация решения задачи исследования
 Geometrical interpretation of the solution of the research problem

При анализе данных, представленных на рисунке, очевидно, что для фигуры $\langle ABC \rangle$ условие локального критерия безопасности (4) не выполняется, так как $T_{zi} > T_i$. Таким образом, вероятность $Q_i(S)$ будет характеризоваться площадью фигуры $\langle ABC \rangle$.

Модель управления безопасностью

С точки зрения теории управления рисками управление безопасностью сводится к максимизации вероятности безопасного выполнения работ в непригодной для дыхания среде или, что эквивалентно, к минимизации риска наступления деструктивного события S , связанного с недостатком объема дыхательной смеси. Модель получила широкое развитие как в отечественных [6, 7, 10] так и в зарубежных [13–21] работах.

Сформируем модель управления безопасностью в терминах теории управления рисками, используя при этом локальный и интегральный критерии безопасности (4) и (5):

- интегральный риск (интегральный критерий безопасности):

$$Q(S) \leq Q^*; \quad (11)$$

- локальный риск (локальный критерий безопасности):

$$Q_i(S) \leq Q_i^*; \quad (12)$$

- соотношение между локальным и интегральным рисками:

$$Q(S) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - Q_i(S)), \quad (13)$$

где Q^* — приемлемый уровень интегрального риска;
 Q_i^* — приемлемый уровень локального риска.

Одновременный анализ локального и интегрального рисков необходим для того, чтобы исключить возможность компенсации недостаточных фактических значений локального риска при проведении i -й работы (недостатка объема дыхательной смеси V_i для выполнения i -й работы R_i) избыточным значением локального риска при проведении j -й работы (избытка объема дыхательной смеси V_j для выполнения j -й работы R_j).

С методической точки зрения для удобства аналитического расчета уровней риска $Q(S)$ для случая, когда $Q \in [0,05; 0,5]$, можно воспользоваться приближенной аппроксимацией:

$$Q_i(S) = a \exp(-bZ_i^n), \quad (14)$$

где a, b, n — константы модели;
 $\langle a = 0,5; b = 1,2; n = 1,25 \rangle$.

Тогда, для того чтобы управлять безопасностью при выполнении работы R_i , необходимо при фиксированном

рованных значениях $\langle \bar{T}_i, D_i \rangle$ выбрать такой объем дыхательной смеси V_i с параметрами $\langle \bar{T}_{zi}, D_{zi} \rangle$, при котором значение Z_i , рассчитанное по формуле (9), будет не менее значения Z_i^* , соответствующего предельно допустимому значению риска Q_i^* :

$$Z_i^* = \left[\frac{1}{b} \ln \left(\frac{a}{Q_i^*} \right) \right]^{1/n}. \quad (15)$$

В свою очередь для комплекса работ R интегральный риск будет иметь значение, определенное по формуле (13).

Заключение

Современные требования к управлению силами и средствами на пожаре определяют необходимость совершенствования методологической составляющей существующих процедур анализа показателей безопасности участников тушения пожара, проводящих работы в непригодной для дыхания среде. Разработанная на основе общей теории управления рисками вероятностная модель управления безопасностью при работе в непригодной для дыхания среде

позволяет использовать в качестве исходных данных результаты мониторинга показателей безопасности, полученные от телеметрических систем. Необходимо отметить, что для решения инженерных задач управления безопасностью предложенную модель управления целесообразно реализовать в виде программы для ЭВМ. В сравнении с детерминированной моделью управления достоинство вероятностной модели состоит в возможности варьирования интервальными значениями показателей безопасности путем изменения величины локального и интегрального рисков. Дополнительным полезным свойством модели является возможность линейного положительного преобразования исходных вероятностных характеристик, что позволяет при ее практическом применении использовать не только плановые, но и фактические значения входящих в модель показателей.

Работа выполнена при поддержке фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (№ 12589 ГУ/2017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терещев В. В., Семенов А. О., Смирнов В. А., Тараканов Д. В. Анализ и поддержка решений при тушении крупных пожаров // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2010. — Т. 19, № 9. — С. 51–57.
2. Терещев В. В., Семенов А. О., Тараканов Д. В. Теоретические основы принятия решений при управлении силами и средствами на пожаре // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2012. — Т. 21, № 10. — С. 14–17.
3. Топольский Н. Г., Хабибуллин Р. Ш., Рыженко А. А., Бедило М. В. Адаптивная система поддержки деятельности центров управления в кризисных ситуациях : монография. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2014. — 151 с.
4. Ногин В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде. Количественный подход : монография. — М. : Физматлит, 2004. — 176 с.
5. Минаев В. А., Топольский Н. Г., Фадеев А. О., Бондарь К. М., Мокшанцев А. В. Геодинамические риски и строительство. Математические модели : монография. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2017. — 208 с.
6. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Вагнер П. Человечество и пожары (краткий очерк). — М. : ИПЦ “Маска”, 2007. — 124 с.
7. Холщевников В. В. Проблема беспрепятственной эвакуации людей из зданий, пути ее решения и оценки // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2006. — Т. 15, № 1. — С. 30–35.
8. Присадков В. И., Мусликова С. В., Хатунцева С. Ю., Костерин И. В., Фадеев В. Е., Шамаев А. М. Расчетные оценки эффективности тушения пожара в очаге внутренним противопожарным водоснабжением // Пожарная безопасность. — 2017. — № 1. — С. 49–53.
9. Терещев В. В. Расчет параметров развития и тушения пожаров. — Екатеринбург : “Изд-во “Калан”, 2011. — 460 с.
10. Гринченко Б. Б. Вероятностная оценка необходимого запаса воздуха в дыхательных аппаратах при работе на пожаре // Технологии техносферной безопасности. — 2017. — № 4(74). — С. 155–162.
11. Стрелец В. М. Сравнительный анализ закономерностей расхода запаса воздуха при работе спасателей в аппаратах на сжатом воздухе // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. — 2014. — № 4(41). — С. 136–141.

12. *Стрілець В. М., Бородич П. Ю., Росоха С. В.* Закономірності діяльності рятувальників при проведенні аварійно-рятувальних робіт на станціях метрополітену : монографія [Закономерности деятельности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ на станциях метрополитена : монография]. — Харків : НУЦЗХ, КП “Міська друкарня”, 2012. — 119 с.
13. *Lee E. W. M.* Application of artificial neural network to fire safety engineering // Handbook on Decision Making. Intelligent Systems Reference Library / L. C. Jain, C. P. Lim (eds.). — Berlin, Heidelberg : Springer, 2010. — Vol. 4. — P. 369–395. DOI: 10.1007/978-3-642-13639-9_15.
14. *Lee E. W. M., Lau P. C., Yuen K. K. Y.* Application of artificial neural network to building compartment design for fire safety // Intelligent Data Engineering and Automated Learning — IDEAL 2006. Lecture Notes in Computer Science / Corchado E., Yin H., Botti V., Fyfe C. (eds.). — Berlin, Heidelberg : Springer, 2006. — Vol. 4224. — P. 265–274. DOI: 10.1007/11875581_32.
15. *David Mendonça, Giampiero E. G. Beroggi, Daan van Gent, William A. Wallace.* Designing gaming simulations for the assessment of group decision support systems in emergency response // Safety Science. — 2006. — Vol. 44, Issue 6. — P. 523–535. DOI: 10.1016/j.ssci.2005.12.006.
16. *Joo-Young Lee, Joonhee Park, Huiju Park, Aitor Coca, Jung-Hyun Kim, Nigel A. S. Taylor, Su-Young Son, Yutaka Tochihara.* What do firefighters desire from the next generation of personal protective equipment? Outcomes from an international survey // Industrial Health. — 2015. — Vol. 53, Issue 5. — P. 434–444. DOI: 10.2486/indhealth.2015-0033.
17. *Scholz M., Gordon D., Ramirez L., Sigg S., Dyrks T., Beigl M.* A concept for support of firefighter frontline communication // Future Internet. — 2013. — Vol. 5, Issue 2. — P. 113–127. DOI: 10.3390/fi5020113.
18. *Markus Scholz, Dawud Gordon, Leonardo Ramirez, Stephan Sigg, Tobias Dyrks, Michael Beigl.* A concept for support of firefighter frontline communication // Future Internet. — 2013. — Vol. 5, Issue 2. — P. 113–127. DOI: 10.3390/fi5020113.
19. *Xing Zhi-xiang, Gao Wen-li, Zhao Xiao-fang, Zhu De-zhi.* Design and implementation of city fire rescue decision support system // Procedia Engineering. — 2013. — Vol. 52. — P. 483–488. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.02.172.
20. *Kim J.* Cooperative exploration and protection of a workspace assisted by information networks // Annals of Mathematics and Artificial Intelligence. — 2013. — Vol. 70, Issue 3. — P. 203–220. DOI: 10.1007/s10472-013-9383-5.
21. *Khorram-Manesh A., Berlin J., Carlström E.* Two validated ways of improving the ability of decision-making in emergencies. Results from a literature review // Bulletin of Emergency and Trauma. — 2016. — Vol. 4, No. 4. — P. 186–196.

Матеріал поступив в редакцію 20 мая 2018 г.

Для цитирования: *Гринченко Б. Б., Тараканов Д. В.* Модель управления безопасностью при работах на пожарах в непригодной для дыхания среде // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 6. — С. 45–51. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.45-51.

English

SAFETY MANAGEMENT MODEL FOR FIREFIGHTING IN UNSUITABLE FOR BREATHING ENVIRONMENT

GRINCHENKO B. B., Adjunct, Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Firefighting Service of Emercom of Russia (Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo, 153040, Russian Federation; e-mail: grinchenko.borya@mail.ru)

TARAKANOV D. V., Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of Fire Tactics and Bases of Emergency Rescue and Other Urgent Works Department within the Academic and Research Complex (ARC) “Fire Extinguishing”, Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Firefighting Service of Emercom of Russia (Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo, 153040, Russian Federation; e-mail: den-pgsm@mail.ru)

ABSTRACT

Introduction. Modern telemetry safety indicators monitoring systems of fire fighting participants and the metrological structure of data obtained from such systems determine the need to improve

the methodological basis for fire fighters safety management, who work in unsuitable for breathing environment. A research task has been set up. It consists of the development of a safety management model for firefighting in unsuitable for breathing environment on the basis of a general theory of risk management. A method for calculation of the risk magnitude of implementing destructive events associated with a lack of volume of breathing mixture for the successful performance of work in unsuitable for breathing environment was developed in order to cope with this task.

Formal task description and solution method. Officially, the task of the fire fighters safety management for fire-fighting in unsuitable for breathing environment is reduced to determining the risk of implementing an event that the volume of the breathing mixture is not enough to successfully complete the work during the required time period. Quantitative criteria for the successful completion of a set of operations in unsuitable for breathing environment were formed in a deterministic and probabilistic formulations in order to solve this task. The concepts of integral and local risk of the implementation of destructive events associated with the specifics of working in unsuitable for breathing environment were introduced.

Conclusions. The developed probability model of safety management is based on the theoretical background of risk management when working in unsuitable for breathing environment. The model allows to use as initial data the results of safety indicators monitoring obtained from telemetric systems. The advantage of the probability model is the possibility of varying interval values of safety indicators by changing the magnitude of local and integral risks. An additional useful property of the model is the possibility of a linear positive conversion of the initial probabilistic characteristics, which allows using not only planned figures, but actual values of the parameters included in the model in its practical application.

Keywords: fire; fire fighters safety management; safety criteria; destructive events; risk analysis; probability model.

REFERENCES

1. Terebnev V. V., Semenov A. O., Smirnov V. A., Tarakanov D. V. Analysis and support solutions that arise when putting out large fires. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2010, vol. 19, no. 9, pp. 51–57 (in Russian).
2. Terebnev V. V., Semenov A. O., Tarakanov D. V. Decision making theoretical basis of management on fire. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 10, pp. 14–17 (in Russian).
3. Topolskiy N. G., Khabibulin R. Sh., Ryzhenko A. A., Bedilo M. V. *Adaptivnaya sistema podderzhki deyatel'nosti tsentrov upravleniya v krizisnykh situatsiyakh. Monografiya* [Adaptive system of support of activities of Crisis Management Centers. Monograph]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., Moscow, 2014. 151 p. (in Russian).
4. Nogin V. D. *Prinyatiye resheniy v mnogokriterialnoy srede. Kolichestvennyy podkhod. Monografiya* [Decision-making in multi-criteria environment. Quantitative approach. Monograph]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2004. 176 p. (in Russian).
5. Minaev V. A., Topolskiy N. G., Fadeev A. O., Bondar K. M., Mokshantsev A. V. *Geodinamicheskiye riski i stroitel'stvo. Matematicheskiye modeli. Monografiya* [Geodynamic risks and construction. Mathematical models. Monograph]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2017. 208 p. (in Russian).
6. Brushlinskiy N. N., Sokolov S. V., Wagner P. *Chelovechestvo i pozhary (kratkiy ocherk)* [Mankind and fires (brief notation)]. Moscow, IPTs "Maska" Publ., 2007. 124 p. (in Russian).
7. Kholshchevnikov V. V. Variety of decisions and valuation of problem of unimpeded people evacuation from buildings. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2006, vol. 15, no. 1, pp. 30–35 (in Russian).
8. Prisadkov V. I., Muslakova S. V., Hatuntseva S. Yu., Kosterin I. V., Fadeev V. E., Shamaev A. M. Design assessment of the efficiency of fire fighting in the seat by the in-building fire pipeline. *Pozharnaya bezopasnost / Fire Safety*, 2017, no. 1, pp. 49–53 (in Russian).
9. Terebnev V. V. *Raschet parametrov razvitiya i tusheniya pozharov* [Calculation of parameters of fire spread and extinguishing]. Yekaterinburg, Kalan Publ., 2011. 460 p. (in Russian).
10. Grinchenko B. B. Probability estimation an required supply of air breathing apparatus at working on fire. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2017, no. 4(74), pp. 155–162 (in Russian).

11. Strelec V. M. Comparative analysis of the flow patterns of air reserve for rescuers in SCBA. *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, 2014, no. 4(41), pp. 136–141 (in Russian).
12. Strelec V. M., Borodich P. Yu., Rosokha S. V. *Zakonomernosti deyatelnosti spasateley pri provedenii avariynno-spasatelnykh rabot na stantsiyakh metropoliteny. Monografiya* [Operating procedures during emergency rescue and salvage operations at underground stations: monograph]. Kharkov, Miska dvukarnya Publ., 2012. 119 c. (in Ukraine).
13. Lee E. W. M. Application of artificial neural network to fire safety engineering. In: Jain L. C., Lim C. P. (eds.). *Handbook on Decision Making. Intelligent Systems Reference Library*. Berlin, Heidelberg, Springer, 2010, vol. 4, pp. 369–395. DOI: 10.1007/978-3-642-13639-9_15.
14. Lee E. W. M., Lau P. C., Yuen K. K. Y. Application of artificial neural network to building compartment design for fire safety. In: Corchado E., Yin H., Botti V., Fyfe C. (eds.). *Intelligent Data Engineering and Automated Learning — IDEAL 2006. Lecture Notes in Computer Science*. Berlin, Heidelberg, Springer, 2006, vol. 4224, pp. 265–274. DOI: 10.1007/11875581_32.
15. David Mendonça, Giampiero E. G. Beroggi, Daan van Gent, William A. Wallace. Designing gaming simulations for the assessment of group decision support systems in emergency response. *Safety Science*, 2006, vol. 44, issue 6, pp. 523–535. DOI: 10.1016/j.ssci.2005.12.006.
16. Joo-Young Lee, Joonhee Park, Huiju Park, Aitor Coca, Jung-Hyun Kim, Nigel A. S. Taylor, Su-Young Son, Yutaka Tochihiro. What do firefighters desire from the next generation of personal protective equipment? Outcomes from an international survey. *Industrial Health*, 2015, vol. 53, issue 5, pp. 434–444. DOI: 10.2486/indhealth.2015-0033.
17. Scholz M., Gordon D., Ramirez L., Sigg S., Dyrks T., Beigl M. A concept for support of firefighter frontline communication. *Future Internet*, 2013, vol. 5, issue 2, pp. 113–127. DOI: 10.3390/fi5020113.
18. Markus Scholz, Dawud Gordon, Leonardo Ramirez, Stephan Sigg, Tobias Dyrks, Michael Beigl. A concept for support of firefighter frontline communication. *Future Internet*, 2013, vol. 5, issue 2, pp. 113–127. DOI: 10.3390/fi5020113.
19. Xing Zhi-xiang, Gao Wen-li, Zhao Xiao-fang, Zhu De-zhi. Design and implementation of city fire rescue decision support system. *Procedia Engineering*, 2013, vol. 52, pp. 483–488. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.02.172.
20. Kim J. Cooperative exploration and protection of a workspace assisted by information networks. *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, 2013, vol. 70, issue 3, pp. 203–220. DOI: 10.1007/s10472-013-9383-5.
21. Khorram-Manesh A., Berlin J., Carlström E. Two validated ways of improving the ability of decision-making in emergencies. Results from a literature review. *Bulletin of Emergency and Trauma*, 2016, vol. 4, no. 4, pp. 186–196.

For citation: Grinchenko B. B., Tarakanov D. V. Safety management model for firefighting in unsuitable for breathing environment. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 6, pp. 45–51 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.45-51.

З. С. ХАСУЕВА, адъюнкт кафедры пожарной безопасности в строительстве, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: zulikhan9586@mail.ru)

Д. А. САМОШИН, д-р техн. наук, доцент кафедры пожарной безопасности в строительстве, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4)

УДК 614.8-053.2

ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ БЕРЕМЕННЫХ ПАЦИЕНТОК УЧРЕЖДЕНИЙ РОДОВСПОМОЖЕНИЯ

Рассмотрена проблема обеспечения безопасной эвакуации при пожаре беременных пациенток учреждений родовспоможения. Получены количественные данные о процессе их эвакуации. Проведена обработка экспериментального видеоматериала. Полученные эмпирические данные обработаны с использованием методов математической статистики и теории людских потоков. Вычислены параметры, характеризующие зависимости между эмоциональным состоянием, скоростью и плотностью людского потока. Сделан вывод, что полученный массив данных позволит снизить риск гибели беременных женщин при пожаре за счет повышения точности расчетных оценок, связанных с обеспечением их безопасности.

Ключевые слова: процесс эвакуации; беременные женщины; параметры людского потока; маломобильные группы населения; учреждения родовспоможения.

DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.52-69

Введение

Снижение риска материнской и младенческой гибели, в том числе при пожаре, представляет собой одну из стратегических задач политики государства.

Согласно данным Минздрава РФ в нашей стране около 240 учреждений занимаются организацией лечебно-профилактических мероприятий, направленных на охрану здоровья женщин во время беременности, родов и в послеродовой период [1, 2].

Здания учреждений родовспоможения относятся к классу функциональной пожарной опасности Ф1.1. К этому же классу зданий относятся и детские дома, и дома престарелых. Исследования [3–7] показали, что процессы эвакуации детей, престарелых людей, инвалидов, людей с ограниченными возможностями значительно отличаются друг от друга. Общие для всей этой группы требования к эвакуационным путям и выходам [8] не позволяют гарантировать безопасность людей в случае возникновения пожара.

В настоящее время выделено четыре группы мобильности [9], однако беременные женщины ни к одной из них не отнесены [9] и параметры их движения не установлены. Не выявлены и особенности процесса их эвакуации при пожаре.

На основе экспериментальных исследований, проведенных в городских больницах [10], была разработана классификация людей с ограниченными

возможностями в зависимости от особенностей их передвижения и математически описаны параметры движения каждой из этих групп. Определено количество пациентов, относящихся к различным группам мобильности в отделениях больниц. В частности, для отделения гинекологии (включая родильное отделение) немобильные пациентки составили 10 %, а маломобильные — 7 %.

В статье коллектива иностранных ученых [11], занимающихся вопросами эвакуации, проанализирован ряд работ, опубликованных начиная с середины XX века. Благодаря анализу исследований, проведенных в различных странах, выявлено влияние на скорость движения людских потоков следующих факторов: возраста эвакуируемых, их физических габаритов (избыточного веса и ожирения), инвалидности [12–14].

Авторы считают, что действующие нормы, основанные на исследованиях однородных потоков людей, проведенных более 50 лет назад, не могут в полной мере обеспечить безопасность людей различных групп мобильности. Основанием для потери уверенности в данных является то, что с каждым годом возрастает доля людей, имеющих различные ограничения по здоровью.

Установлено [15], что беременность, особенно во второй половине срока, оказывает существенное влияние на двигательную активность женщины. Ребе-

нок начинает стремительно расти, следовательно, растет и масса тела, которая в норме должна увеличиться не более чем на 10–12 кг (но может и значительно больше). Вместе с этим растет и площадь горизонтальной проекции. Женскому телу необходимо компенсировать свои быстро меняющиеся биомеханические показатели. Например, у беременной женщины из-за перераспределения веса увеличивается осевая нагрузка на суставы конечностей. В работе [16] отмечается, что практически у всех женщин во время беременности диагностируются жалобы на нарушение функций опорно-двигательной системы. Более 80 % женщин жалуются на боли в ногах, преимущественно в области стоп. Эти особенности могут оказывать влияние на движение пациенток учреждений родовспоможения при их эвакуации в случае пожара. Таким образом, необходимо определить количественную меру такого влияния на организм беременной пациентки, для чего в период с 2015 по 2018 гг. проводились исследования в различных учреждениях родовспоможения.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- проведение исследований в перинатальных центрах и роддомах страны в два этапа: 1) натурные наблюдения для определения скоростей свободного движения беременных пациенток на различных участках пути; 2) экспериментальные исследования для определения зависимости скорости

движения беременных пациенток от плотности людского потока на различных участках пути;

- обработка полученных эмпирических данных с использованием методов математической статистики и теории людских потоков для определения зависимости скорости беременных пациенток от плотности людского потока и от их эмоционального состояния при движении по различным видам пути.

Эксперимент

Методика получения эмпирических данных для определения скорости свободного движения

На протяжении 2015–2016 гг. были проведены натурные наблюдения для определения скоростей свободного движения пациенток учреждений родовспоможения в одном из крупнейших перинатальных центров г. Москвы. Всего для рассматриваемой группы женщин было осуществлено около 700 замеров по горизонтальному виду пути, лестнице вниз, лестнице вверх. Наблюдения проводились в утреннее (с 8:00 до 11:00) и вечернее (с 16:00 до 19:00) время. Именно в эти периоды пациентки с наибольшей торопливостью либо направлялись на прием к врачу, либо возвращались домой. За 3 ч наблюдений представлялось возможным измерить скорости движения приблизительно 40 женщин. Для оценки были выбраны женщины в третьем триместре (7–9-й месяцы) беременности (рис. 1).

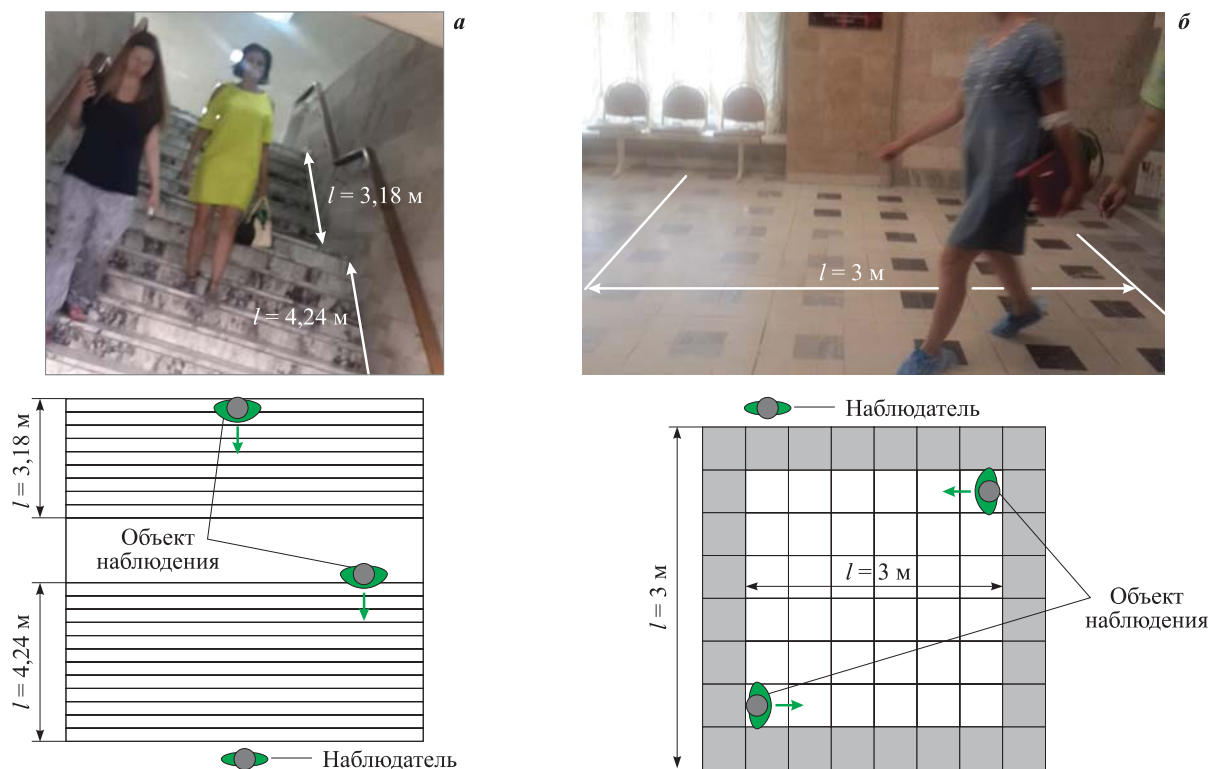


Рис. 1. Участки длиной l фиксации скоростей движения пациенток перинатального центра по лестнице вниз (а) и по горизонтальному участку пути (б)

Измерение скоростей свободного движения осуществлялось следующим образом:

- предварительно выбирались удобные для наблюдения участки пути и замерялись их протяженность и ширина;
- наблюдатель занимал место в конце участка наблюдения по ходу движения;
- отмечалось время преодоления выбранного участка с помощью секундомера и далее рассчитывалась скорость движения.

Методика получения эмпирических данных для определения скоростей движения пациенток в различных интервалах плотности

Основной функциональный контингент учреждений родовспоможения можно дифференцировать следующим образом:

- медперсонал;
- обслуживающий персонал;
- посетители;
- пациентки и новорожденные.

При рассмотрении способности к эвакуации при пожаре пациентов учреждения было выявлено, что не смогут покинуть здание без помощи медперсонала следующие группы пациенток:

- женщины в антенатальном периоде, имеющие медицинские противопоказания;



Рис. 2. Способы перемещения пациенток учреждений родовспоможения, имеющих ограничения по мобильности: *а* — на каталке; *б* — на кресле-коляске



Рис. 3. Процесс движения пациенток учреждений родовспоможения, способных самостоятельно эвакуироваться: *а* — по горизонтальному виду пути; *б* — по лестнице вниз

- роженицы на втором и третьем этапах родов; родильницы после кесарева сечения и после естественных родов (до истечения определенного времени для восстановления сил — прекращения действия медицинских препаратов).

На рис. 2 представлены способы перемещения пациенток учреждений, имеющих ограничения по мобильности.

В то же время женщины в антенатальном периоде, не имеющие медицинских противопоказаний, роженицы на первом этапе родов, родильницы после кесарева сечения (через 6–12 ч) и после естественных родов (через 2–6 ч) способны самостоятельно покинуть здание (рис. 3).

Экспериментальные исследования движения людских потоков, состоящих из пациенток учреждений родовспоможения, для последующего определения параметров их движения осуществлялись в отделениях патологии и гинекологии.

Проведение эвакуации без предупреждения медперсонала и подготовки к ней пациенток крайне проблематично (а фактически невозможно) ввиду уязвимого психофизиологического состояния пациенток в ходе этого процесса в учреждениях родовспоможения. Именно поэтому все сотрудники и пациентки учреждения были заранее предупреждены и подготовлены к предстоящему эксперименту.

Экспериментальные исследования проводились в такой последовательности:

1) заранее были выбраны отделения, в которых будет организована эвакуация, проведены беседы с медперсоналом;

2) расставлены видеозаписывающие устройства с углом обзора не менее 120° на участках (коридор, проем, лестница) движения людского потока;

3) установлена масштабная сетка (с размером ячейки 1×1 м), с помощью которой фиксировались геометрические размеры участка пути.

По окончании подготовительных мероприятий включалась видеозаписывающая аппаратура (видео-

регистраторы). Далее начинался процесс одновременной эвакуации беременных пациенток, которые не имели медицинских противопоказаний.

Следующим этапом исследования являлся анализ видеоматериалов. С помощью программы “Screen Marker” на экран компьютера были нанесены контуры масштабной сетки со снятого контрольного кадра. Далее проводился кадровой просмотр видеоматериалов (см. рис. 2 и 3).

После входа пациентки в зону ячейки масштабной сетки длиной $\Delta l = 1$ м фиксировалось количество кадров до ее выхода из рассматриваемого участка пути. Определялась плотность потока на участке D (чел./м²).

При установленном режиме 1 секунда съемки включала 30 сменяемых кадров, что позволяло с большей точностью установить время Δt (мин) прохождения пациенткой зоны ячейки масштабной сетки — входа на рассматриваемый участок пути и выхода из него.

Далее рассчитывалась скорость $V_{\text{пер}}$ (м/мин) и интенсивность движения q_D (чел./м·мин):

$$V_D = \Delta l / \Delta t; \quad (1)$$

$$q_D = V_D D. \quad (2)$$

Статистическая обработка эмпирических данных

Полученные в ходе экспериментов данные подлежали статистической обработке, которая проводилась с использованием компьютерных программ Microsoft Excel и SPSS Software “Statistical Package for the Social Sciences”.

Тестирование эмпирической выборки на соответствие нормальному распределению — важнейший этап научного исследования. От результатов проверки гипотезы о нормальности распределения выборочной совокупности напрямую зависит выбор метода статистического анализа данных [17–19].

В ходе экспериментальных исследований в зависимости от числа пациенток в отделении и их медицинских показателей в коридоре формировался людской поток, который состоял максимум из 16 пациенток и имел плотность не более 4 чел./м². Таким образом, формировались малочисленные выборки в каждом интервале плотности. Для проверки гипотезы о нормальности закона распределения в данном случае применялся критерий Шапиро–Уилка (W), так как число наблюдений было менее 50 (при большем числе наблюдений критерий становится излишне жестким).

При проведении натурных наблюдений для определения скоростей свободного движения пациенток могли формироваться выборки численностью более 50, что позволяло применять критерий Колмо-

горова–Смирнова для проверки гипотезы о нормальном распределении выборочных совокупностей.

Далее проводилось сравнение независимых выборок из разных серий экспериментов на однородность с помощью параметрического критерия — t -критерия Стьюдента. Возможность его ошибочного применения исключается учетом наличия или отсутствия однородности дисперсий в исследуемых выборках с помощью F -критерия Фишера:

$$F = S_1^2 / S_2^2, \quad (3)$$

где S_1^2 — дисперсия меньшей выборки;

S_2^2 — дисперсия большей выборки.

При разном числе наблюдений и значений дисперсий t -критерий Стьюдента вычисляется следующим образом:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_1^2/n_1 + S_2^2/n_2}}, \quad (4)$$

где $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ — средние значения сравниваемых выборок;

n_1, n_2 — численность сравниваемых выборок.

Из выборок, однородность которых подтверждалась, формировалась общая совокупность статистических данных для построения зависимости между основными параметрами движения.

Для двух исследуемых выборок были получены следующие значения F -критерия Фишера и t -критерия Стьюдента (табл. 1).

Определялась достаточность количества полученных значений скоростей движения для того, чтобы они с наименьшей вероятностью ошибки (3–5 %) отражали основные характеристики генеральной совокупности, так как малое количество их в выборочных совокупностях может привести к ошибочным результатам. Для определения необходимого числа экспериментальных данных проводился расчет по формуле

$$n = (xv)^2 / \varepsilon^2, \quad (5)$$

где x — коэффициент доверительной вероятности

$P(0,96)$; $x = 2,06$;

v — значение меры изменчивости, %;

$v = (\sigma / \bar{X}) \cdot 100$ %;

ε — показатель точности исследований; $\varepsilon = 3 \div 5$ %.

Таблица 1. Значения критериев F и t для сравнения независимых выборок из разных серий экспериментов на однородность для их объединения при движении по горизонтальному виду пути

Номер выборки	Плотность D , чел./м ²			
	1–2		2–3	
	F	t	F	t
1	1,002	2,2	1,139	1,3
2				

Таблица 2. Скорость движения беременных пациенток учреждений родовспоможения по горизонтальным путям и по лестницам

Интервал плотности D , чел. /м ²	Количество наблюдений n	Математическое ожидание скорости $m(V)$, м/мин	Средне- квадратиче- ское отклоне- ние $\sigma(V)$, м/мин	95 %-ный довери- тельный интервал, м/мин	
				Нижняя граница	Верхняя граница
Горизонтальный путь					
0–1	380	55,2	10,2	54,2	56,2
1–2	55	46,3	6,9	44,4	48,2
2–3	38	37,0	4,9	35,4	38,6
3–4	10	26,6	1,5	25,6	27,7
Лестница вниз					
0–1	156	34,5	6,9	33,4	35,6
1–2	44	32,7	3,4	31,7	33,8
2–3	29	27,0	2,2	26,2	27,9
3–4	4	20,5	0,4	19,8	21,1
Лестница вверх					
0–1	155	31,3	5,6	30,4	32,1
1–2	29	29,6	2,5	28,7	30,6
2–3	61	22,7	2,3	22,1	23,3
3–4	17	18,8	1,5	18,0	19,6

К примеру, для горизонтального вида пути расчет необходимой численности скоростей свободно-го движения проводился следующим образом:

$$n = (2,06 \cdot 18,48)^2 / 4^2 = 90,58 \approx 91;$$

$$v = (10,2/55,2) \cdot 100 = 18,48 \text{ \%}.$$

На основе результатов расчетов установлена необходимая численность измерений, которая сопоставлялась с фактической.

Полученные скорости движения беременных пациенток учреждений родовспоможения в различных интервалах плотности по различным видам пути представлены в табл. 2.

Зависимость скорости свободного движения беременных пациенток от их эмоционального состояния

Следующим этапом исследования являлось шкалирование эмоциональных состояний для определения категорий движения и соответствующих им скоростей [20]. Для этого использовалась методика, разработанная в 80-х годах прошлого века (и многократно апробированная в дальнейшем) В. В. Холщевниковым [21], в основе которой лежит теория распределения крайних членов выборки на основе двойного показательного закона.

Отбор максимальных значений V_n в каждой из выборочных совокупностей в интервале плотности

Таблица 3. Данные для определения вероятностей максимальных скоростей движения беременных пациенток по различным видам пути

n	V_n	$P(V_n)$	X_n
<i>Горизонтальный вид пути</i>			
1	76,60	0,125	–0,73212
2	76,60	0,25	–0,32665
3	77,59	0,375	0,019339
4	80,72	0,5	0,366495
5	80,72	0,625	0,754997
6	82,19	0,75	1,245882
7	95,74	0,875	2,013401
<i>Лестница вниз</i>			
1	50,88	0,25	–0,32665
2	51,02	0,5	0,366495
3	60,19	0,75	1,245882
<i>Лестница вверх</i>			
1	44,68384	0,25	–0,32665
2	46,99507	0,5	0,366495
3	49,55844	0,75	1,245882

$D = 0 \div 1$ чел./м² проводился из условия $V_n > \bar{V} + 2\sigma(V)$ (где $\bar{V}$ — математическое ожидание скоростей в выборке, м/мин; $\sigma(V)$ — стандартное отклонение, м/мин).

Далее определялись (табл. 3):

- эмпирическая вероятность крайних членов выборки $P(V_n)$:

$$P(V_n) = \frac{n}{n+1}; \quad (6)$$

- вероятность крайних членов выборки на основе двойного показательного закона:

$$P(V_n) = e^{-e^{-x_n}}; \quad (7)$$

- нормированное уклонение от моды кривой плотности распределения X_n с учетом эмпирических значений $P(V_n)$:

$$X_n = -\ln[-\lg P(V_n)] - 0,83405. \quad (8)$$

Далее строился график эмпирического распределения максимальных значений скоростей движения людей и соответствующих им вероятностей (рис. 4), которое было аппроксимировано линейной зависимостью вида

$$V_n = \alpha X_n + g, \quad (9)$$

где α, g — коэффициенты аппроксимации.

Тогда получим:

- для горизонтального пути:

$$V_n = 6,335X_n + 78,42; \quad (10)$$

- для лестницы вниз:

$$V_n = 6,118X_n + 51,40; \quad (11)$$

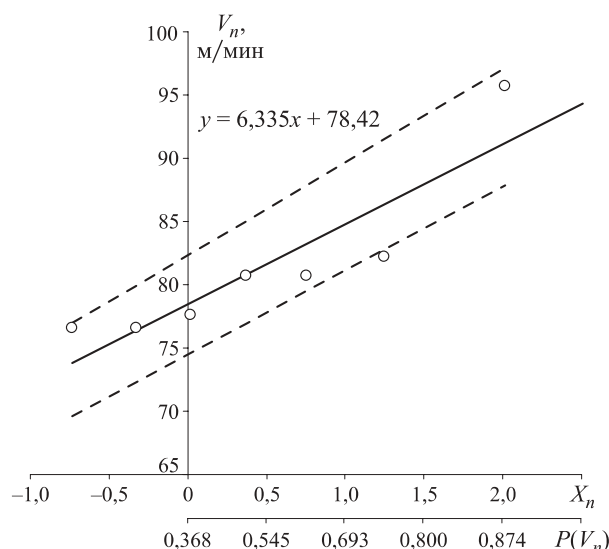


Рис. 4. Построение теоретической модели распределения максимальных значений скоростей движения беременных пациенток учреждений родовспоможения по горизонтальному участку пути: $\circ$ — значения максимальных членов выборки; --- — границы области при 5 %-ном уровне значимости

- для лестницы вверх:

$$V_n = 3,091X_n + 45,75. \quad (12)$$

С учетом того что нормированное отклонение от моды кривой плотности распределения X_n с учетом эмпирических значений $P(V_n)$ определяется по соотношению

$$X_n = -\ln[-\lg P(V_n)] - 0,83405, \quad (13)$$

выражение (9) будет иметь вид:

$$V_n = a(-\ln[-\lg P(V_n)] - 0,83405) + g. \quad (14)$$

Тогда при движении по рассматриваемым видам путей получаем соотношения:

- по горизонтальному пути:

$$V_n = 6,335(-\ln[-\lg P(V_n)] - 0,83405) + 78,42; \quad (15)$$

- по лестнице вниз:

$$V_n = 6,118(-\ln[-\lg P(V_n)] - 0,83405) + 51,40; \quad (16)$$

- по лестнице вверх:

$$V_n = 3,091(-\ln[-\lg P(V_n)] - 0,83405) + 45,75. \quad (17)$$

Перейти от максимальных значений к средним позволяет закон о невозможности превышения максимальным членом выборки ее удвоенного среднего значения:

$$V_0^3 = 0,5(g - a \cdot 0,83405) - 0,5a \ln[-\lg P(V_n)], \quad (18)$$

где V_0^3 — скорость свободного движения человека в зависимости от эмоционального состояния, м/мин.

Тогда получаем:

- для горизонтального пути:

$$V_0^3 = 0,5(78,42 - 6,335 \cdot 0,83405) - 0,5 \cdot 6,335 \ln[-\lg P(V_n)]; \quad (19)$$

- для лестницы вниз:

$$V_0^3 = 0,5(51,40 - 6,118 \cdot 0,83405) - 0,5 \cdot 6,118 \ln[-\lg P(V_n)]; \quad (20)$$

- для лестницы вверх:

$$V_0^3 = 0,5(45,75 - 3,091 \cdot 0,83405) - 0,5 \cdot 3,091 \ln[-\lg P(V_n)]. \quad (21)$$

На основе сформированного массива значений V_n были получены зависимости, связывающие скорости свободного движения V_0 (м/мин) по различным видам пути и эмоциональное состояние беременных пациенток Э [20]:

- по горизонтальному пути:

$$V_0^3 = 36,57 - 3,17 \ln[-\lg(0,1 + 1,284Э)]; \quad (22)$$

- по лестнице вниз:

$$V_0^3 = 23,15 - 3,06 \ln[-\lg(0,1 + 1,284Э)]; \quad (23)$$

- по лестнице вверх:

$$V_0^3 = 21,59 - 1,55 \ln[-\lg(0,1 - 1,284Э)]. \quad (24)$$

Анализ зависимости показывает, что ее характер заметно меняется по мере роста величины Э, учитывающей степень психологической напряженности ситуации. В связи с этим необходимо решить задачу аргументированного обоснования значений Э для соотношения скоростей движения с его категориями [22]. С этой целью каждая из зависимостей для различных участков пути (22)–(24) разбивалась на отрезки, каждый из которых описывался линейной, затем квадратичной и далее экспоненциальной зависимостью (рис. 5) Естественным критерием выбора точек, в которых функция меняет свои характеристики (и, следовательно, изменяется категория движения), является минимизация отклонения выбранной аппроксимации от изучаемой кривой. Иными словами, искомые точки — это точки, в которых применительно к данной задаче коэффициент корреляции ниже 0,99. Решая задачу таким образом, устанавливали численные характеристики скорости свободного движения для различных категорий движения пациенток перинатального центра по различным участкам пути (табл. 4).

Дальнейшей задачей исследования являлось определение зависимости скорости движения людского потока, состоящего из беременных пациенток, от его плотности.

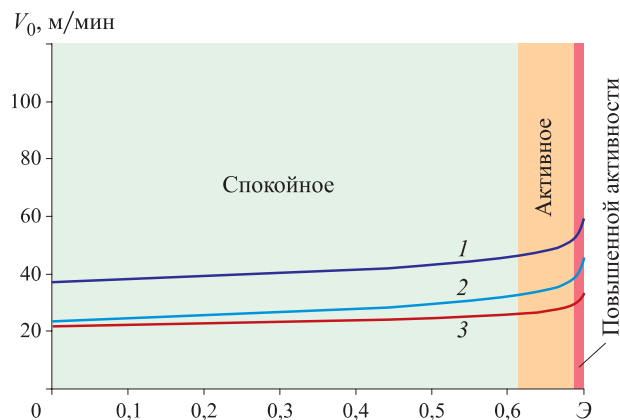


Рис. 5. Зависимость скорости свободного движения пациенток учреждений родовспоможения от степени психологической напряженности ситуации при движении по различным видам пути: 1 — по горизонтальному пути; 2 — по лестнице вниз; 3 — по лестнице вверх

Таблица 4. Скорости свободного движения беременных пациенток учреждений родовспоможения по различным видам пути при соответствующих категориях движения

Категория движения	Скорость свободного движения V_0 , м/мин, по участку пути		
	горизонтальному	лестнице вниз	лестнице вверх
Комфортное	Менее 36,6	Менее 23,1	Менее 21,6
Спокойное	36,6–45,5	23,1–31,7	21,6–25,9
Активное	45,5–52,6	31,7–38,7	25,9–29,4
Повышенной активности	52,6–60,2	38,7–46,0	29,4–33,1

Проблемой установления взаимосвязи между параметрами людских потоков занимались многие ученые, как российские, так и зарубежные. В США, Германии, Японии были проведены наблюдения, при которых определялись зависимости скорости от плотности людского потока [23–27], однако авторы этих работ не приводят теоретической аппроксимации полученных эмпирических данных. В работе [21] проф. В. В. Холщевниковым была установлена регрессионная зависимость, связывающая скорость движения людского потока V и его плотность D на основе обширного экспериментального материала, что признано международным научным открытием в области социальной психологии [28].

При превышении порогового значения плотности D_0 скорость свободного движения V_0 начинает уменьшаться в каждом интервале плотности на величину $\Delta V = V_0 - V_{Dj}$. Тогда относительное уменьшение скорости $R_{экс}$ составит:

$$R_{экс} = V_0 - V_{Dj} / V_0, \quad (25)$$

где V_{Dj} — скорость в интервале плотности, для которого определяется степень влияния внешнего фактора на сенсорную систему человека, м/мин.

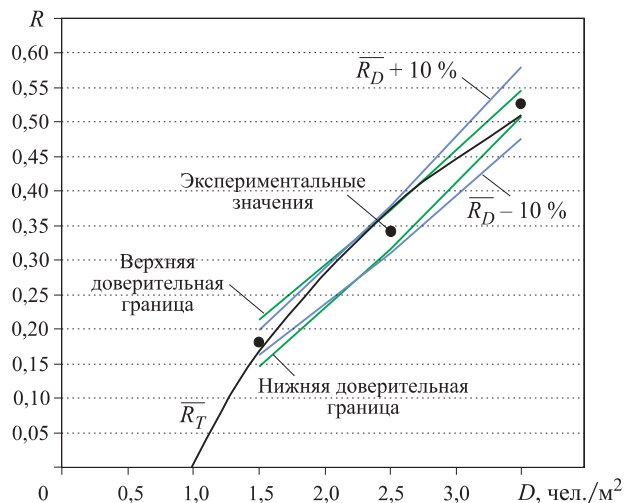


Рис. 6. Аппроксимация зависимости $R = f(D)$ для людского потока из беременных пациенток учреждений родовспоможения при движении по горизонтальному пути

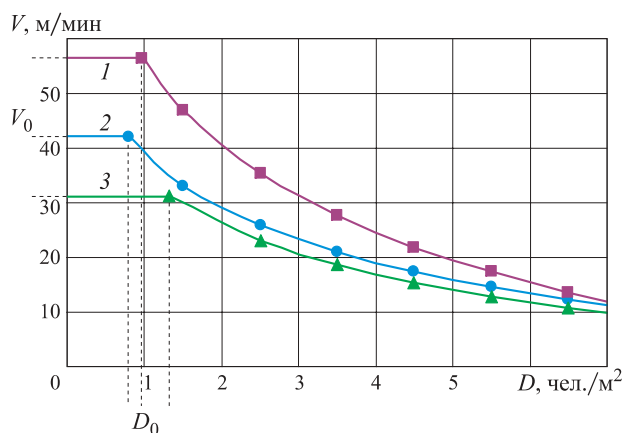


Рис. 7. Зависимость скорости движения беременных пациенток учреждений родовспоможения от плотности для различных видов пути: 1 — горизонтальный путь; 2 — лестница вниз; 3 — лестница вверх

Зависимость, построенная по эмпирическим данным, аппроксимируется теоретической функцией (рис. 6):

$$R_{Dj} = a \ln (D_j / D_0), \quad (26)$$

где a — коэффициент, определяющий степень влияния плотности потока при движении по j -му виду пути на скорость движения;

D_j — плотность людского потока, при которой определяется значение R_{Dj} .

Таким образом, на основании теоретического обобщения экспериментальных данных подтвержден вид общей зависимости [21] и установлены характеристики, отражающие влияние плотности на скорость людского потока, состоящего из беременных пациенток учреждений родовспоможения (рис. 7).

Формирующиеся у дверного проема людские потоки исследовались следующим образом. Определя-

Таблица 5. Средние значения интенсивности движения через проем беременных пациенток учреждений родовспоможения

Интервал плотности D , чел./м ²	Количество наблюдений n	Интенсивность q , чел./м·мин
1–2	36	84
2–3	23	90
3–4	9	96

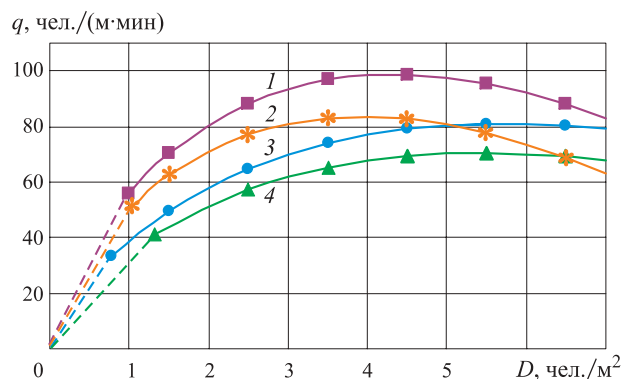


Рис. 8. Зависимость интенсивности движения беременных пациенток учреждений родовспоможения от плотности для различных видов пути: 1 — горизонтальный путь; 2 — проем; 3 — лестница вниз; 4 — лестница вверх

лась скорость движения V_D подходящего к границе дверного проема людского потока с установленной плотностью D (чел./м²):

$$V_D = l/t. \quad (27)$$

Затем рассчитывалась интенсивность движения (табл. 5):

$$q_D = V_D D. \quad (28)$$

Характерно, что по мере увеличения плотности людского потока интенсивность движения повышалась, а после достижения максимума падала (рис. 8).

Заключение

Согласно существующим нормам основной функциональный контингент учреждений родовспоможения относится к маломобильным группам населения. Однако беременные женщины не были отнесены ни к одной из существующих групп. Параметры их движения не были установлены, что не позволяло обеспечить безопасность беременных пациенток учреждений родовспоможения при пожаре.

В роддомах и перинатальных центрах страны были проведены натурные наблюдения и экспериментальные исследования движения людских потоков, состоящих из беременных женщин. В рамках данных исследований были выполнены замеры скоростей движения беременных пациенток в различных интервалах плотности по различным видам путей (горизонтальный путь, проем, лестница вниз, лестница вверх).

В результате статистической обработки и теоретического обобщения экспериментальных данных установлены скорости свободного движения беременных женщин при различных уровнях психологической напряженности ситуации, а также определены зависимости скорости движения людского потока от его плотности.

Полученный массив данных позволит снизить риск гибели беременных женщин при пожаре за счет повышения точности расчетных оценок, связанных с обеспечением их безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комментарий Минздрава России по вопросу доступности акушерских коек. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2015/08/07/2480-kommentariy-minzdrava-rossii-po-voprosu-dostupnosti-akusherskih-kоек> (дата обращения: 15.05.2018).
2. Проектирование перинатальных центров и других учреждений родовспоможения : метод. рекомендации 173-ПД/707 : утв. Минздравсоцразвития России от 18.12.2007. URL: http://snipov.net/c_4655_snip_114191.html (дата обращения: 20.05.2018).
3. Самошин Д. А., Истратов Р. Н. Оценка мобильных качеств пациентов различных отделений городских клинических больниц // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2011. — Т. 20, № 12. — С. 42–44.
4. Холицевников В. В., Самошин Д. А., Истратов Р. Н. Исследование проблем обеспечения пожарной безопасности людей с нарушением зрения, слуха и опорно-двигательного аппарата // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2013. — Т. 22, № 3 — С. 48–56.
5. Холицевников В. В., Самошин Д. А., Истратов Р. Н. Эвакуация людей с физическими ограничениями // Технологии техносферной безопасности. — 2012. — № 3(43). — 5 с. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_20356638_43803231.htm (дата обращения: 20.05.2018).
6. Самошин Д. А., Истратов Р. Н. Оценка уровня противопожарной подготовки сотрудников медико-реабилитационного учреждения на примере персонала больниц // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2013. — Т. 22, № 4. — С. 52–56.

7. Самошин Д. А., Слюсарев С. В. Особенности индивидуального движения людей различной мобильности в общем потоке эвакуируемых из здания при пожаре // Технологии техносферной безопасности. — 2015. — № 3(61). — С. 121–131. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2015-3/43-03-15.ttb.pdf> (дата обращения: 15.05.2018).
8. СП 1.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы (в ред. от 09.12.2010). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071143> (дата обращения: 10.05.2018).
9. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 (в ред. от 02.12.2015). URL: <http://base.garant.ru/12169057/> (дата обращения: 20.05.2018).
10. Samoshin D. A., Istratov R. N. The parameters of pedestrian flows in hospital during fire evacuation // Proceedings of 13th International Conference “Interflam 2013”. — Royal Holloway College, University of London, UK, 2013. — P. 1003–1012.
11. Thompson P., Nilsson D., Boyce K., McGrath D. Evacuation models are running out of time // Fire Safety Journal. — 2015. — Vol. 78. — P. 251–261. DOI: 10.1016/j.firesaf.2015.09.004.
12. OECD. Obesity Update 2012. URL: <http://www.oecd.org/health/49716427.pdf> (дата обращения: 15.05.2018).
13. Ando K., Ota H., Oki T. Forecasting the flow of people // Railway Research Review. — 1988. — Vol. 45(2). — P. 8–14.
14. Boyce K. E., Shields T. J., Silcock G. W. H. Towards the characterization of building occupancies for fire safety engineering: capabilities of disabled people moving horizontally and on an incline // Fire Technology. — 1999. — Vol. 35, No. 1. — P. 51–67. DOI: 10.1023/A:1015339216366.
15. Кельмансон И. А. Перинатология и перинатальная психология : учеб. пособие. — СПб. : Изд-во “СпецЛит”, 2015. — 343 с.
16. Карапетян С. В. Клинико-биомеханическое обоснование совершенствования ортезирования при ортопедических последствиях беременности : дис. ... канд. мед. наук. — СПб., 2013. — 137 с.
17. Мамаев А. Н. Основы медицинской статистики. — М. : Практическая медицина, 2011. — 128 с.
18. Венцель Е. С. Теория вероятностей : учеб. пособие. — 11-е изд. — М. : КноРус, 2010. — 664 с.
19. Слюсарев С. В. Обработка результатов измерений параметров потоков маломобильных детей (часть 1) // Технологии техносферной безопасности. — 2015. — № 6(64). — С. 120–127. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26602669_51339852.pdf (дата обращения: 20.05.2018).
20. Хасуева З. С., Самошин Д. А., Фан Ан. Влияние эмоционального состояния беременных женщин на скорость их движения при эвакуации в случае пожара // Технологии техносферной безопасности. — 2016. — № 4(68). — С. 104–113. URL: <http://academygps.ucoz.ru/ttb/2016-4/2016-4.html> (дата обращения: 10.05.2018).
21. Холщевников В. В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов : дис. ... д-ра техн. наук. — М., 1983. — 486 с.
22. Самошин Д. А. Методологические основы нормирования безопасной эвакуации людей из зданий при пожаре : дис. ... д-ра техн. наук. — М., 2017. — 357 с.
23. Pauls J. The movement of people in buildings and design solutions for means of egress // Fire Technology. — 1984. — Vol. 20, No. 1. — P. 27–47. DOI: 10.1007/BF02390046.
24. Peschl I. A. S. Z. Doorstromingscapaciteit van deuropeningen bij panieksituaties [Flow capacity of door openings in panic situations] // Bouw. — 1971. — Vol. 26, No. 2. — P. 62–67 (in German).
25. Melinek S. J., Booth S. An analysis of evacuation times and the movement of crowds in buildings. — Borehamwood : Building Research Establishment, Fire Research Station, 1975.
26. Horiuchi S., Murozaki Y., Hokugo A. A case study of fire and evacuation in a multi-purpose office building, Osaka, Japan // Fire Safety Science. — 1986. — Vol. 1. — P. 523–532. DOI: 10.3801/iafss.fss.1-523.
27. Shao P.-C., Murosaki Y. Regional characteristics of urban evacuation. About evacuation pedestrian velocity // Second International Symposium on Human Behaviour in Fire. — Massachusetts : Massachusetts Institute of Technology, 2001. — P. 511–520.
28. Холщевников В. В. Закономерности связи между параметрами людских потоков : диплом № 24–S на открытие в области социальной психологии // Научные открытия. — Российская академия естественных наук, Международная академия авторов научных открытий и изобретений, 2005. — С. 63–69.

Материал поступил в редакцию 24 мая 2018 г.

Для цитирования: Хасуева З. С., Самошин Д. А. Параметры движения людских потоков, состоящих из беременных пациенток учреждений родовспоможения // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 6. — С. 52–69. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.52-69.

KHASUYEVA Z. S., Postgraduate Student of Department of Fire Safety in Construction, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: zulikhan9586@mail.ru)

SAMOSHIN D. A., Doctor of Technical Sciences, Associated Professor of Department of Fire Safety in Construction, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation)

UDC 614.8-053.2

PARAMETERS OF THE MOVEMENT OF HUMAN FLOWS CONSISTING OF PREGNANT PATIENTS OF MATERNITY HOSPITALS

The problem of ensuring safety during the fire evacuation of pregnant patients of maternity hospitals is considered. Quantitative data are obtained on the process of their evacuation. The handling of the experimental video material was carried out. The obtained empirical data are processed using the methods of mathematical statistics and the theory of human flows. The parameters describing the relationships between the emotional state, pace and density of the human flow are calculated. It is concluded that the obtained data array will reduce the risk of death of pregnant women in case of a fire situation due to an increase in the accuracy of educated estimates associated with the ensuring of their safety.

Keywords: evacuation process; pregnant women; human flow parameters; people with limited mobility; maternity hospitals.

DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.52-69

Introduction

Reducing the risk of maternal and infant death, including in a fire situation, is one of the strategic objectives of the state policy.

According to the Ministry of Health of the Russian Federation, about 240 institutions in our country are engaged in the organization of medical and preventive measures aimed at protecting women's health during pregnancy, childbirth and the postpartum period [1, 2].

Buildings of maternity hospitals belong to the functional fire hazard class F1.1. Orphan asylums and rest homes belong to the same class of buildings. The studies [3–7] have shown that evacuation processes for children, elderly people, people with disabilities are significantly different from each other. Common requirements for evacuation routes and exits [8] for this entire group do not allow ensuring the safety of people in the event of a fire situation.

Currently, four mobility groups have been identified [9], but pregnant women have not been assigned to any of them [9] and the parameters of their movement have not been determined. No specific features of their evacuation process during a fire situation have been identified.

Based on experimental studies conducted in municipal hospitals [10], a classification of people with disabilities was developed depending on the characteristics of their movement, and the parameters of the move-

ment of each of these groups are mathematically described. The number of patients belonging to different mobility groups in hospital departments has been determined. In particular, patients with no mobility amounted to 10 % in the Department of Gynecology (including the Labor Department), and the ones with restricted mobility amounted to 7 %.

The article of the team of foreign scientists [11], dealing with evacuation issues, analyzed a number of works published since the middle of the twentieth century. Due to the analysis of studies conducted in different countries, the following factors have been shown to influence the pace of human flows: the age of the evacuees, their physical dimensions (overweight and obesity), disability [12–14].

The authors believe that the current norms based on studies of homogeneous human flows conducted more than 50 years ago cannot fully ensure the safety of people belonging to groups with different mobility level. The reason for the loss of confidence in the data is that every year the proportion of people with different health restrictions increases.

It is established [15] that pregnancy, especially in the second half of the term, has a significant effect on the motion activity of a woman. The child begins to grow rapidly, therefore, the body weight increases, as it is normally should not increase by more than 10–12 kg (but it can increase much more considerable). At the same

time, the area of the horizontal projection also grows. The female body needs to compensate for its rapidly changing biomechanical parameters. For example, a pregnant woman has an increasing axial load on the joints of the limbs because of the weight redistribution. It is noted in the work [16] that almost all women are diagnosed with complaints of impaired functions of the supporting-motor apparatus during pregnancy. More than 80 % of women complain of pain in the legs, mainly in the area of the feet. These features can influence the movement of patients in maternity hospital when they are evacuated in the event of a fire situation. Thus, it is necessary to determine the quantitative measure of such influence on the organism of a pregnant patient, and the studies were conducted in various maternity hospitals in the period from 2015 to 2018 for achieving this purpose.

In order to achieve this goal, the following tasks were set:

- conducting research in perinatal centers and maternity homes of the country in two stages: 1) field observations to determine the paces of free movement of pregnant women in different parts of the route; 2) experimental studies aimed to determine the dependence of the pace of movement of pregnant women on the density of the human flow in different route sections;
- processing of the obtained empirical data using the methods of mathematical statistics and the theory

of human flows in order to determine the dependence of the pace of pregnant women on the density of the human flow and on their emotional state when moving along different type of routes.

Experiment

Method for obtaining empirical data for determining the pace of free movement

Throughout 2015–2016, field observations were conducted aimed to determine the pace of free movement of patients in maternity hospitals in one of the largest perinatal centers in Moscow. A total of about 700 measurements were made for the group of women in question, along the horizontal type of the route, downstairs, up the stairs. Observations were conducted in the morning (from 8:00 to 11:00 a. m.) and in the evening (from 4:00 to 7:00 p. m.). It was during these periods that the patients either went to see a doctor, or returned home in the greatest hurry. It was possible to measure the pace of movement of about 40 women for 3 hours of observation. Women for evaluation were selected in the third trimester (the 7th–9th months) of pregnancy (Figure 1).

The measurement of pace of free movement was carried out as follows:

- the sections of the route convenient for observation were previously selected and their length and width were measured;
- the observer took a place at the end of the observed section along the route;

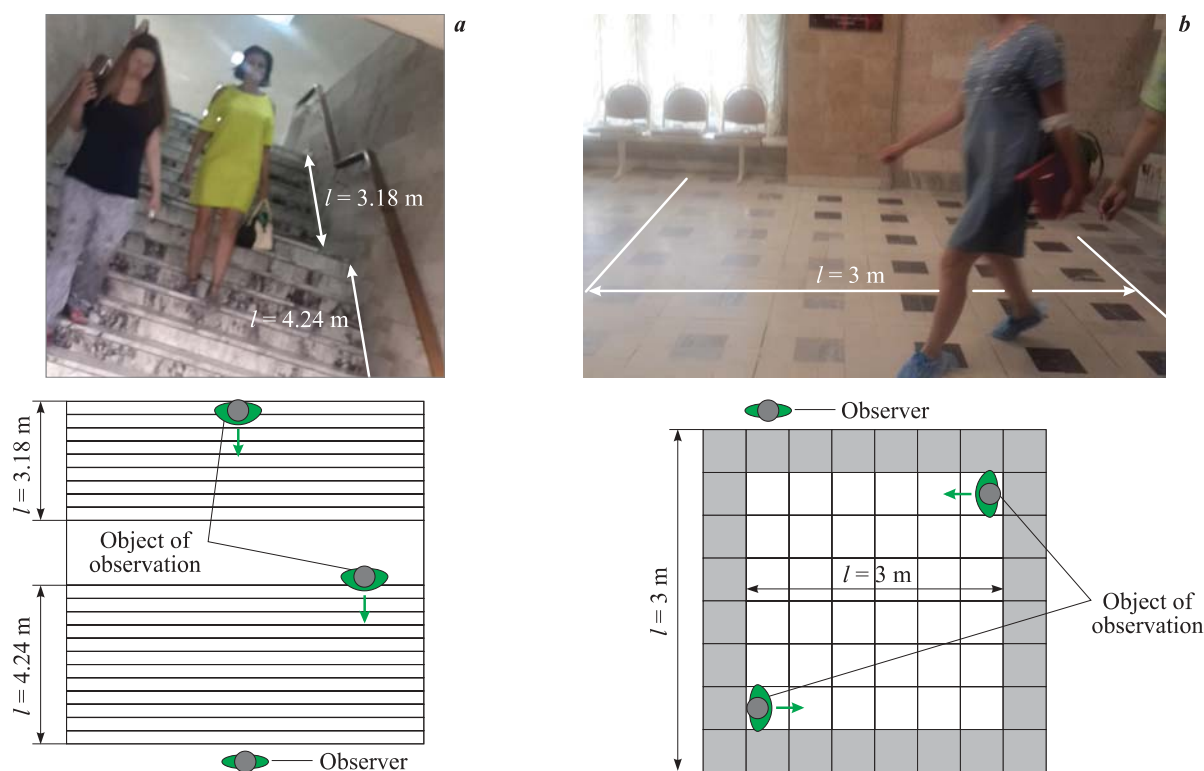


Fig. 1. The routes with the length l the record of movement paces of patients of the perinatal center down the stairs (a) and along the horizontal section of the route (b)

- the elapsed time needed for covering the selected distance was measured with the help of a stopwatch and then the pace of movement was calculated.

The method of obtaining empirical data for determining the paces of movement of patients in different density ranges

The main functional contingent of maternity hospital can be differentiated as follows:

- medical staff;
- service staff;
- visitors;
- patients and newborns.

If we consider the possibility to evacuate patients in an institution in case of a fire situation, it turned out that the following groups of patients would not be able to leave the building without the help of the medical staff:

- women in the antenatal period who have medical contraindications;
- women in the second and third stages of labor; puerperas after Caesarean operation, as well as after normal delivery (before the expiration of a certain period of time for the restoration of forces — the cessation of the action of medications).

In Figure 2, one can see the ways to move patients of institutions with mobility restrictions.

At the same time, women in the antenatal period, who do not have medical contraindications, maternity patients in the first stage of labor, puerperas after

Caesarean operation (after 6–12 hours) and after normal delivery (after 2–6 hours) are able to leave the building on their own (Figure 3).

Experimental studies of the movement of human flows consisting of patients from maternity hospitals were conducted for the subsequent determination of the parameters of their movement in the departments of pathology and gynecology.

Carrying out evacuation without warning of medical personnel, as well as under condition, when patients are not prepared for it, is extremely problematic (and it is virtually impossible) due to the vulnerable psycho-physiological state of the patients during this process in the maternity hospitals. That is why all the staff and patients of the hospital were warned in advance and prepared for the forthcoming experiment.

The experimental studies were carried out in the following sequence:

1) the departments, where the evacuation was about to be organized, were chosen in advance, the medical staff were talked on the issue;

2) the video recording devices were placed with a viewing angle of at least 120° on the sections (corridor, doorway, staircase) of the movement of the human flow;

3) a scale grid (with a cell size of 1×1 m) was installed with the help of which the geometrical dimensions of the route section were recorded.

At the end of the preparatory activities, video recording equipment (DVRs) was activated. Then the process of simultaneous evacuation began of those pregnant patients who had no medical contraindications.

The next stage of the study was the analysis of video materials. Screen Marker was used to apply the contours of the scale grid to the computer screen from the captured control frame. At the next stage, a frame-by-frame preview of the video was conducted (see Figures 2 and 3).

After the patient enters the cell area of the scale grid $\Delta l = 1$ m, the number of frames was recorded until she



Fig. 2. The ways of moving patients of maternity hospitals with mobility restrictions: *a* — on a gurney; *b* — in a wheelchair

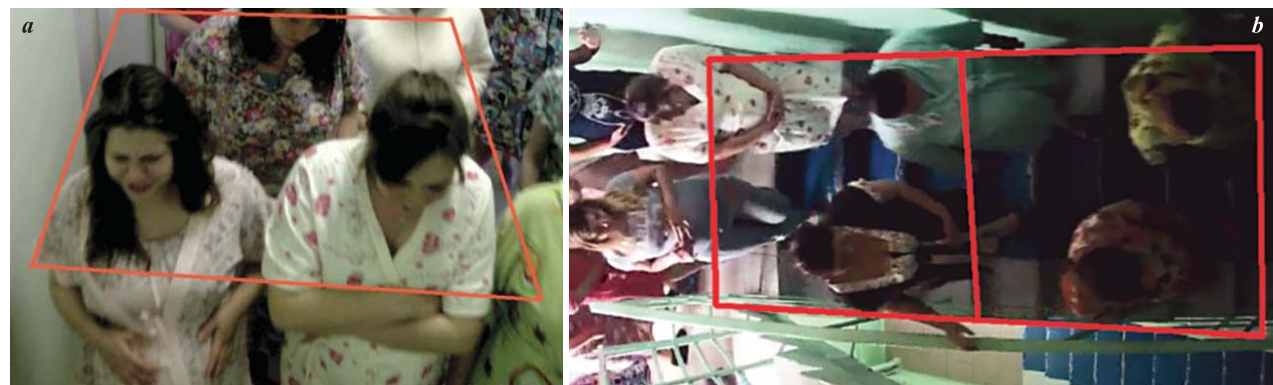


Fig. 3. The process of movement of patients of maternity hospitals, who are capable to evacuate independently: *a* — along the horizontal type of the route; *b* — down the stairs

left the observed route section. The flow density was determined at the route section D (persons/m²).

With this mode set, 1 second of shooting consisted of 30 changeable frames, which made it possible to set the time with greater accuracy Δt (minutes) of passing by the patient of the cell zone of the scale grid — the stepping into the observed route section, as well as its leaving.

Then the pace was calculated V_{mov} (m/min) and human flow intensity q_D (persons/(m · min)):

$$V_D = \Delta l / \Delta t; \quad (1)$$

$$q_D = V_D D. \quad (2)$$

Statistical processing of empirical data

The data obtained during the experiments were subject to statistical processing, which was carried out using Microsoft Excel and SPSS Software, Statistical Package for the Social Sciences.

The testing of the empirical sample for compliance with the normal distribution is the most important stage of scientific research. The choice of the method of statistical data analysis directly depends [17–19] on the results of the hypothesis testing for normality of a sample population distribution.

In the course of experimental studies, depending on the number of patients in the department and their medical records, there was formed a human flow in the corridor, which consisted maximum of 16 patients and had a density of no more than 4 persons/m². Thus, small samples were formed in each density range. In order to carry out the hypothesis testing for normality of the statistical law, the Shapiro–Wilk criterion was applied in this case (W), as the number of observations was less than 50 (for a larger number of observations the criterion becomes excessively rough).

When carrying out the field observations, more than 50 samples could be formed to determine the paces of free movement of patients, which made it possible to apply the Kolmogorov–Smirnov test to carry out the hypothesis testing for normality of sample populations distribution.

At the next stage, independent samples were compared from different series of experiments with respect to homogeneity using the parametric criterion — Student's t -distribution. The possibility of its erroneous application is excluded by taking into account the presence or absence of homogeneity of the variances in the studied samples using F -test:

$$F = S_1^2 / S_2^2, \quad (3)$$

where S_1^2 — the variance of a smaller sample;
 S_2^2 — the variance of a larger sample.

Table 1. The values of F and t tests for comparing independent samples from different series of experiments on homogeneity for their unification when moving along the horizontal type of the route

Sample number	Density D , persons/m ²			
	1–2		2–3	
	F	t	F	t
1	1.002	2.2	1.139	1.3
2				

In case of different number of observations and variance values, Student's t -distribution is calculated as follows:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_1^2/n_1 + S_2^2/n_2}}, \quad (4)$$

where $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ — mean values of compared samples;
 n_1, n_2 — the number of compared samples.

The totality of statistical data was formed from the samples, which homogeneity was confirmed, in order to construct a dependence between the main parameters of the movement.

For the two samples studied, the following values were obtained F -test and Student's t -distribution (Table 1).

The sufficient number of pace values was determined so that they reflect the main characteristics of the general population with the least probability of error (3–5 %), as a small number of these pace values in the samples could cause erroneous results. To determine

Table 2. The pace of movement of pregnant women in maternity hospitals along horizontal routes and stairs

Density range D , persons/m ²	Number of observations n	Mathematical expectation of pace $m(V)$, m/min	Standard deviation $\sigma(V)$, m/min	95 % confidence range, m/min	
				Lower limit	Upper limit
Horizontal route					
0–1	380	55.2	10.2	54.2	56.2
1–2	55	46.3	6.9	44.4	48.2
2–3	38	37.0	4.9	35.4	38.6
3–4	10	26.6	1.5	25.6	27.7
Down the stairs					
0–1	156	34.5	6.9	33.4	35.6
1–2	44	32.7	3.4	31.7	33.8
2–3	29	27.0	2.2	26.2	27.9
3–4	4	20.5	0.4	19.8	21.1
Up the stairs					
0–1	155	31.3	5.6	30.4	32.1
1–2	29	29.6	2.5	28.7	30.6
2–3	61	22.7	2.3	22.1	23.3
3–4	17	18.8	1.5	18.0	19.6

the necessary number of experimental data, a calculation was made according to a formula

$$n = (xv)^2 / \varepsilon^2, \quad (5)$$

where x — confidence coefficient $P(0.96)$; $x = 2.06$;

v — variability value, %; $v = (\sigma/\bar{X}) \cdot 100$ %;

ε — accuracy of research; $\varepsilon = 3 \div 5$ %.

For example, the required number of paces of free movement for the horizontal type of route was calculated as follows:

$$n = (206 \cdot 18.48)^2 / 4^2 = 90.58 \approx 91;$$

$$v = (10.2/55.2) \cdot 100 = 18.48 \text{ \%}.$$

Based on the results of calculations, the necessary number of measurements is established, which was compared with the actual one.

The obtained paces of movement of pregnant patients of maternity hospitals in various density ranges for various types of the routes are shown in Table 2.

Determination of dependence of pace of free movement of pregnant patients on their emotional state

The next stage of the study was the scaling of emotional states to determine the movement categories, as well as the corresponding paces [20]. For this purpose, a technique was used developed in the 80s of the last century (and repeatedly tested at a later stage) by prof. V. V. Kholshchevnikov [21], which is based on the theory of distribution of the extreme members of the sample on the basis of the double exponential distribution.

Sampling of maximum values V_n in each of the sample populations in the density range $D = 0 \div 1$ persons/m² was carried out under the condition $V_n > \bar{V} + 2\sigma(V)$ (where $\bar{V}$ — mathematical expectation of paces in the sample, m/min; $\sigma(V)$ — standard deviation, m/min).

It was further determined (Table 3):

- empirical probability of extreme members of the sample $P(V_n)$:

$$P(V_n) = \frac{n}{\sum n + 1}; \quad (6)$$

- probability of the extreme members of a sample based on the double exponential distribution:

$$P(V_n) = e^{-e^{-X_n}}; \quad (7)$$

- normalized deviation from the mode of the distribution density curve X_n with allowance for empirical values $P(V_n)$:

$$X_n = -\ln[-\lg P(V_n)] - 0.83405. \quad (8)$$

In the sequel, a graph of the empirical distribution of the maximum values of the paces of people's movement and the probabilities corresponding thereto was

Table 3. Data for determining the probabilities of the maximum paces of movement of pregnant women along different types of routes

n	V_n	$P(V_n)$	X_n
<i>Horizontal type of the route</i>			
1	76.60	0.125	-0.73212
2	76.60	0.25	-0.32665
3	77.59	0.375	0.019339
4	80.72	0.5	0.366495
5	80.72	0.625	0.754997
6	82.19	0.75	1.245882
7	95.74	0.875	2.013401
<i>Up the stairs</i>			
1	50.88	0.25	-0.32665
2	51.02	0.5	0.366495
3	60.19	0.75	1.245882
<i>Down the stairs</i>			
1	44.68384	0.25	-0.32665
2	46.99507	0.5	0.366495
3	49.55844	0.75	1.245882

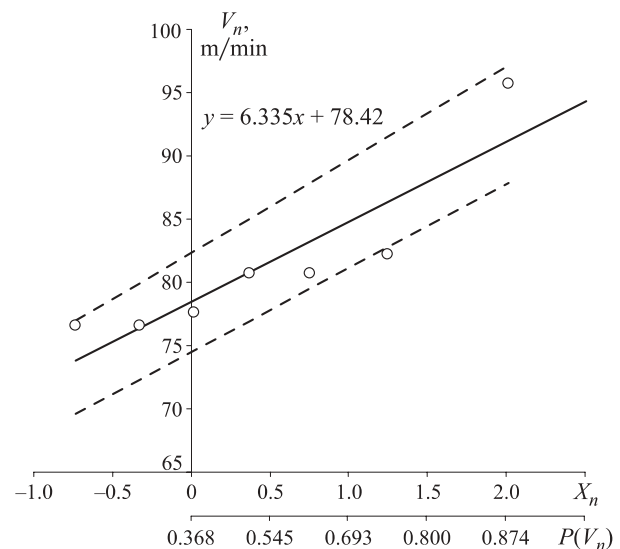


Fig. 4. The building of a theoretical model for the distribution of the maximum values of the paces of movement of pregnant women in maternity hospitals along the horizontal route section: $\circ$ — the values of the maximum members of the sample; --- — area boundaries at 5 % significance level

constructed (Figure 4), which was approximated by a linear dependence of the type

$$V_n = \alpha X_n + g, \quad (9)$$

where α, g — approximation coefficients.

Then we obtain:

- for horizontal route:

$$V_n = 6.335X_n + 78.42; \quad (10)$$

- for down the stairs:

$$V_n = 6.118X_n + 51.40; \quad (11)$$

- for up the stairs:

$$V_n = 3.091X_n + 45.75. \quad (12)$$

Taking into account the fact that the normalized deviation from the mode of the distribution density curve X_n with allowance for empirical values $P(V_n)$ is determined by the formula

$$X_n = -\ln[-\lg P(V_n)] - 0.83405, \quad (13)$$

formula (9) takes the form:

$$V_n = a(-\ln[-\lg P(V_n)] - 0.83405) + g. \quad (14)$$

Then, when moving along the considered types of routes, we obtain the formula:

- for horizontal route:

$$V_n = 6.335(-\ln[-\lg P(V_n)] - 0.83405) + 78.42; \quad (15)$$

- down the stairs:

$$V_n = 6.118(-\ln[-\lg P(V_n)] - 0.83405) + 51.40; \quad (16)$$

- up the stairs:

$$V_n = 3.091(-\ln[-\lg P(V_n)] - 0.83405) + 45.75. \quad (17)$$

The law on the impossibility of exceeding the maximum sample member of its doubled mean value allows to jump from the maximum values to the average ones:

$$V_0^e = 0.5(g - a \cdot 0.83405) - 0.5a \ln[-\lg P(V_n)]. \quad (18)$$

where V_0^e — pace of free movement of a person depending on the emotional state, m/min.

Then we obtain:

- for horizontal route:

$$V_0^e = 0.5(78.42 - 6.335 \cdot 0.83405) - 0.5 \cdot 6.335 \ln[-\lg P(V_n)]; \quad (19)$$

- for down the stairs:

$$V_0^e = 0.5(51.40 - 6.118 \cdot 0.83405) - 0.5 \cdot 6.118 \ln[-\lg P(V_n)]; \quad (20)$$

- for up the stairs:

$$V_0^e = 0.5(45.75 - 3.091 \cdot 0.83405) - 0.5 \cdot 3.091 \ln[-\lg P(V_n)]. \quad (21)$$

Based on the generated array of values V_n , dependences were obtained relating the paces of free movement V_0 (m/min) for different types of routes and the emotional state of pregnant women E [20]:

- for horizontal route:

$$V_0^e = 36.57 - 3.17 \ln[-\lg(0.1 + 1.284E)]; \quad (22)$$

- down the stairs:

$$V_0^e = 23.15 - 3.06 \ln[-\lg(0.1 + 1.284E)]; \quad (23)$$

- up the stairs:

$$V_0^e = 21.59 - 1.55 \ln[-\lg(0.1 - 1.284E)]. \quad (24)$$

Analysis of the dependence shows that its character changes markedly as the E value, taking into account the degree of psychological tension of the situation, increases. In this regard, it is necessary to solve the problem of the reasoned justification of the E values for the correlation of the paces of movement with its categories [22]. For this purpose, each of the dependencies for different route sections (22)–(24) was divided into segments, each of which was described by a linear, then quadratic and then by an exponential relationship (Figure 5). The natural criterion for selecting points at which the function changes its characteristics and, consequently, the movement category changes), is the minimization of the deviation of the selected approximation from the studied curve. In other words, the sought-for points are the points at which the correlation coefficient is below 0.99 for the given problem. Solving the problem in this way, we determined the numerical characteristics of the pace of free movement for various movement categories of patients of the perinatal center along different route sections (Table 4).

A further objective of the study was to determine the dependence of the pace of movement of the human flow consisting of pregnant patients on its density range.

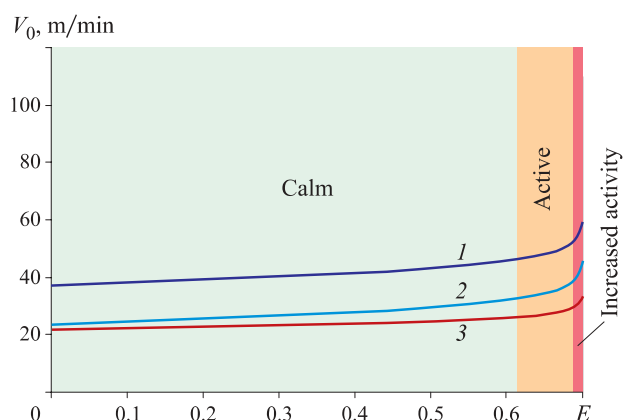


Fig. 5. Dependence of the pace of free movement of patients in maternity hospitals on the degree of psychological tension of the situation when moving along different types of route: 1 — along the horizontal route; 2 — down the stairs; 3 — up the stairs

Table 4. The paces of free movement of pregnant women in maternity hospitals along different types of route in appropriate movement categories

Movement category	Pace of free movement V_0 , m/min, along the horizontal		
	route	down the stairs	up the stairs
Comfortable	Less than 36.6	Less than 23.1	Less than 21.6
Calm	36.6–45.5	23.1–31.7	21.6–25.9
Active	45.5–52.6	31.7–38.7	25.9–29.4
Increased activity	52.6–60.2	38.7–46.0	29.4–33.1

The problem of determining the relationship between the parameters of human flows was studied by many scientists, both in Russia and abroad. There were some observations made in the United States, Germany, Japan in which the dependence of the pace on the density range of the human flow was determined [23—27], but the authors of these studies did not provide a theoretical approximation of the empirical data. Prof. V. V. Kholshchevnikov established in work [21] a regression dependence that relates the pace of the human flow V and its density range D based on extensive experimental material, and this study was recognized as an international scientific discovery in the field of social psychology [28].

When the density value threshold is exceeded D_0 the pace of free movement V_0 begins to decrease in each density range by an amount $\Delta V = V_0 - V_{Dj}$. Then the relative decrease in pace R_{exp} amounts to:

$$R_{exp} = V_0 - V_{Dj} / V_0, \quad (25)$$

where V_{Dj} — the pace in the density range for which the degree of influence of the external factor on the human sensory system is determined, m/min.

The dependence build on the basis of empirical data is approximated by the theoretical function (Fig. 6):

$$R_{Dj} = a \ln (D_j / D_0), \quad (26)$$

where a — coefficient determining the influence degree of the flow density along the j type of route on the pace of movement;

D_j — the density of the human flow in which the value is determined R_{Dj} .

Thus, the form of the general dependence [21] was confirmed on the basis of theoretical generalization of the experimental data and the characteristics reflecting

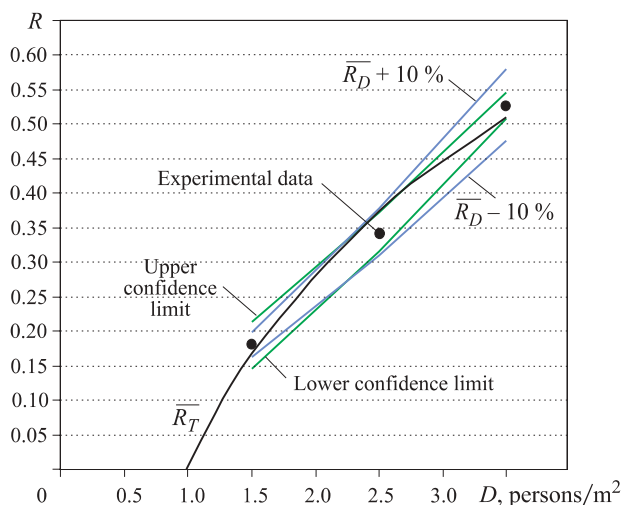


Fig. 6. Approximation of dependence $R = f(D)$ for human flow consisting of pregnant patients in maternity hospitals when moving along the horizontal route

the influence of density on the pace of the human flow, consisting of pregnant patients in maternity hospitals (Fig. 7), were determined.

The human flows forming at the doorway were studied as follows. The pace of movement V_D of human flow with the established density D (persons/m²), approaching to the border of the doorway, was determined:

$$V_D = l/t. \quad (27)$$

Then the intensity of movement was calculated (Table 5):

$$q_D = V_D D. \quad (28)$$

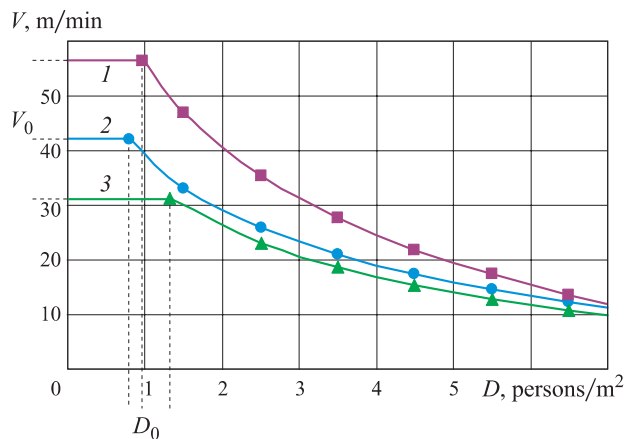


Fig. 7. Dependence of the pace of movement of pregnant women in maternity hospitals on the density of different types of route: 1 — horizontal route; 2 — down the stairs; 3 — up the stairs

Table 5. The mean values of the intensity of movement of pregnant patients through the doorway in maternity institutions

Density range D , persons/m ²	Number of observations n	Intensity q , persons/(m·min)
1–2	36	84
2–3	23	90
3–4	9	96

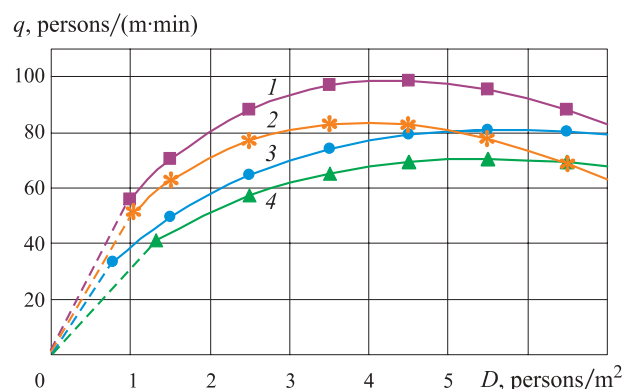


Fig. 8. Dependence of the intensity of movement of pregnant women in maternity hospitals on the density of different types of route: 1 — horizontal route; 2 — doorway; 3 — down the stairs; 4 — up the stairs

It is characteristic that as the human flow density increases, the intensity of movement increases and then decreases after reaching its maximum value (Fig. 8).

Conclusions

According to the existing norms, the main functional contingent of maternity hospitals refers to the groups of population with restricted mobility. However, pregnant women were not assigned to any of the existing groups. The parameters of their movement were not established, that made it impossible to ensure safety of pregnant women in maternity hospitals in case of a fire situation.

Some field observations and experimental studies of the movement of human flows consisting of pregnant women were carried out in the maternity homes and pe-

rinatal centers of the country. Within the framework of these studies, the paces of movement of pregnant women were measured in different density ranges along different routes (horizontal route, doorway, down the stairs, up the stairs).

As a result of statistical processing and theoretical generalization of the experimental data, the paces of free movement of pregnant women at various levels of psychological tension of the situation were determined, as well as the dependence of the paces of the human flow on its density.

The obtained data array will reduce the risk of death of pregnant women in case of fire situation due to an increase in the accuracy of estimated estimates associated with the ensuring of their safety.

REFERENCES

1. *Comment of the Ministry of health of the Russian Federation on the availability of obstetric beds* (in Russian). Available at: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2015/08/07/2480-kommentariy-minzdrav-rossii-po-voprosu-dostupnosti-akusherskih-koek> (Accessed 15 May 2018).
2. *Designing of perinatal centers and other institutions of maternity hospitals*. Methodical recommendations 173-PD/707. Order of Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation on 18.12.2007 (in Russian). Available at: http://snipov.net/c_4655_snip_114191.html (Accessed 20 May 2018).
3. Samoshin D. A., Istratov R. N. An evaluation of patient's mobile characteristics in the different departments of the city hospitals. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 12, pp. 42–44 (in Russian).
4. Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Istratov R. N. The study of fire safety provision for people with seeing, hearing and moving disabilities. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 3, pp. 48–56 (in Russian).
5. Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Istratov R. N. Evacuation of people with physical disabilities. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2012, no. 3(43). 5 p. (in Russian). Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_20356638_43803231.htm (Accessed 20 May 2018).
6. Samoshin D. A., Istratov R. N. An evaluation of medical personnel fire training base on example of hospital staff. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 4, pp. 52–56 (in Russian).
7. Samoshin D. A., Slyusarev S. V. Personality characteristics movements of people with different mobility in the general flow of evacuees out of building during fire. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2015, no. 3(61), pp. 121–131 (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2015-3/43-03-15.ttb.pdf> (Accessed 15 May 2018).
8. Set of rules 1.13130.2009. *The systems of fire protection. Evacuation ways and exits* (ed. on 09.12.2010) (in Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200071143> (Accessed 10 May 2018).
9. *Technique of determination of settlement sizes of fire risk in buildings, constructions and structures of various classes of functional fire danger*. Order of Emercom of Russia on 30.06.2009 No. 382 (ed. on 02.12.2015) (in Russian). Available at: <http://base.garant.ru/12169057/> (Accessed 20 May 2018).
10. Samoshin D. A., Istratov R. N. The parameters of pedestrian flows in hospital during fire evacuation. In: *Proceedings of 13th International Conference "Interflam 2013"*. Royal Holloway College, University of London, UK, 2013, pp. 1003–1012.
11. Thompson P., Nilsson D., Boyce K., McGrath D. Evacuation models are running out of time. *Fire Safety Journal*, 2015, vol. 78, pp. 251–261. DOI: 10.1016/j.firesaf.2015.09.004.
12. *OECD. Obesity Update 2012*. Available at: <http://www.oecd.org/health/49716427.pdf> (Accessed 15 May 2018).
13. Ando K., Ota H., Oki T. Forecasting the flow of people. *Railway Research Review*, 1988, vol. 45(2), pp. 8–14 (in Japanese).

14. Boyce K. E., Shields T. J., Silcock G. W. H. Towards the characterization of building occupancies for fire safety engineering: capabilities of disabled people moving horizontally and on an incline. *Fire Technology*, 1999, vol. 35, no. 1, pp. 51–67. DOI: 10.1023/A:1015339216366.
15. Kelmanson I. A. *Perinatologiya i perinatalnaya psikhologiya* [Perinatology and perinatal psychology]. Saint Petersburg, Speclit Publ., 2015. 343 p. (in Russian).
16. Karapetyan S. V. *Clinical and biomechanical rationale for improving orthotics orthopedic effects pregnancy*. Cand. med. sci. diss. Saint Petersburg, 2013. 137 p. (in Russian).
17. Mamaev A. N. *Osnovy meditsinskoy statistiki* [Basis of medical statistics]. Moscow, Prakticheskaya meditsina Publ., 2011. 128 p. (in Russian).
18. Ventstel E. S. *Teoriya veroyatnostey* [Probability theory]. 11th ed. Moscow, KnoRus Publ., 2010. 664 p. (in Russian).
19. Slyusarev S. V. Processing of results of measurements of parameters the movements of flows of children with limited mobility (Part 1). *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2015, no. 6(64), pp. 120–127 (in Russian). Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_26602669_51339852.pdf (Accessed 20 May 2018).
20. Khasuyeva Z. S., Samoshin D. A., Fan An. The influence of emotional condition of pregnant women on their speed during fire evacuation. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2016, no. 4(68), pp. 104–113 (in Russian). Available at: <http://academygps.ucoz.ru/ttb/2016-4/2016-4.html> (Accessed 10.05.2018).
21. Kholshchevnikov V. V. *Human flows in buildings, structures and on adjoining territories*. Dr. tech. sci. diss. Moscow, 1983. 486 p. (in Russian).
22. Samoshin D. A. *Methodological basis of regulation of safe evacuation of people from buildings in case of fire*. Dr. tech. sci. diss. Moscow, 2017. 357 p. (in Russian).
23. Pauls J. The movement of people in buildings and design solutions for means of egress. *Fire Technology*, 1984, vol. 20, no. 1, pp. 27–47. DOI: 10.1007/BF02390046.
24. Peschl I. A. S. Z. *Doorstromingscapaciteit van deuropeningen bij panieksituaties* [Flow capacity of door openings in panic situations]. Bouw, 1971, vol. 26, no. 2, pp. 62–67 (in German).
25. Melinek S. J., Booth S. *An analysis of evacuation times and the movement of crowds in buildings*. Borehamwood, Building Research Establishment, Fire Research Station, 1975.
26. Horiuchi S., Murozaki Y., Hokugo A. A case study of fire and evacuation in a multi-purpose office building, Osaka, Japan. *Fire Safety Science*, 1986, vol. 1, pp. 523–532. DOI: 10.3801/iafss.fss.1-523.
27. Shao P.-C., Murosaki Y. Regional characteristics of urban evacuation. About evacuation pedestrian velocity. In: *Second International Symposium on Human Behaviour in Fire*. Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology, 2001, pp. 511–520.
28. Kholshchevnikov V. V. Regularities of connection between parameters of human flows: diploma No. 24-S on discovery in the field of social psychology. *Scientific discoveries*, Moscow, Russian Academy of Natural Sciences, International Academy of Authors of Scientific Discoveries and Inventions, International Association of Authors of Scientific Discoveries, 2005, pp. 63–69 (in Russian).

Received 24 May 2018

For citation: Khasuyeva Z. S., Samoshin D. A. Parameters of the movement of human flows consisting of pregnant patients of maternity hospitals. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 6, pp. 52–69. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.06.52–69.

© **А. С. ХАРЛАМЕНКОВ**, сотрудник кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: h_a_s@live.ru)

УДК 621.315.687

КАБЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ КАК АЛЬТЕРНАТИВА МЕДИ

Рассмотрены нормативные документы по применению алюминиевых сплавов в качестве токопроводящих жил электрических сетей зданий. Представлены нормативные требования зарубежных стран к проводникам из алюминиевых сплавов. Отмечены особенности монтажа новых видов проводников и область их применения. Даны примеры применения современных кабелей и проводов с жилами из алюминиевых сплавов.

Ключевые слова: кабельная продукция; электрические сети; алюминиевые сплавы; токопроводящие жилы; пожарная безопасность.



ВОПРОС:

В рубрике “Вопрос–Ответ” в № 6 и 7 журнала за 2017 г. освещался вопрос о возможности применения кабельной продукции с алюминиевыми жилами в качестве альтернативы проводникам с медными токопроводящими частями. Был проведен анализ нормативной литературы, регламентирующей требования к сечению алюминиевых жил, способам их прокладки и монтажу. Представлены сведения о проекте приказа Минэнерго России “О внесении изменений в Правила устройства электроустановок в части использования кабельно-проводниковой продукции из алюминиевых сплавов” взамен п. 7.1.34 Правил устройства электроустановок (ПУЭ), согласно которому в электроустановках жилых и общественных зданий разрешается применять проводники из алюминиевых сплавов серии 8000. Вступил ли данный проект приказа в действие и как повлияет его введение на иные нормативные документы по монтажу электрооборудования и требования пожарной безопасности к такой электротехнической продукции?

ОТВЕТ:

Министерством энергетики России изданы приказы № 968 [1] и № 1196 [2] о внесении изменений в п. 7.1.34 ПУЭ [3], что открыло возможность применения проводов с токопроводящими жилами из алюминиевых сплавов для монтажа электропроводок с указанием конкретных мер по обеспечению их пожарной безопасности в процессе эксплуатации.

Для анализа технической возможности использования алюминиевых сплавов в качестве токопроводящих жил кабельной продукции были задействованы ведущие организации страны, такие как ВНИИПО МЧС России, Ассоциация “Росэлектромонтаж” и ОАО ВНИИ кабельной промышленности.

Данными организациями были исследованы физические и технико-эксплуатационные показатели двух

марок алюминиевых сплавов — 8030 и 8176. По результатам испытаний были отмечены высокие прочностные свойства и удовлетворительный уровень пожарной безопасности данных сплавов по сравнению с чистым алюминием. Затруднения вызвала оценка возможности использования новых видов проводов с электроустановочными изделиями (соединителями), обращающимися на российском рынке и применяемыми совместно с медными жилами. В результате были приняты необходимые технические решения по безопасному использованию проводников из алюминиевых сплавов с различными видами соединителей. За основу был взят опыт применения проводников из сплавов серии 8000 в зарубежной практике.

Данная серия алюминиевых сплавов появилась в 70-е годы в США. Первый сплав, получивший название “Stabloy” и зарегистрированный под номером 8030, обладал повышенными прочностными свойствами при сохранении высокой пластичности. Такие показатели были достигнуты за счет увеличенного содержания железа (до 0,8 %) и меди (до 0,3 %). Железо исключало склонность алюминия к повышенной текучести (ползучести) и обеспечивало высокую прочность сплава после его термической обработки (отжига), а медь повышала прочностные свойства сплава при повышенных температурах.

На сегодняшний день, помимо алюминиевого сплава 8030, разработаны и могут использоваться в качестве электрических проводников шесть сплавов, представленных в американском стандарте ASTM B800 (2015) (см. таблицу) [4]. Из них допускается изготавливать проводники с сечением жил от 2 до 107 мм².

Алюминиевые сплавы серии 8000 представлены и в европейском стандарте EN 573-3 [5], который принят в качестве национального стандарта во многих странах Евросоюза. Согласно этому стандарту [5] для изготовления электропроводки могут использоваться не все виды сплавов серии 8000, а только марок 8030

Требования к химическому составу алюминиевых сплавов серии 8000

Сплав	Содержание компонента, % от общей массы сплава							Прочие	
	Алюминий	Кремний	Железо	Медь	Магний	Цинк	Бор	Каждый	Всего
8017	Остаток	0,10	0,55–0,8	0,10–0,20	0,01–0,05	0,05	0,04	0,03 ^А	0,10
8030		0,10	0,30–0,8	0,15–0,30	0,05	0,05	0,001–0,04	0,03	0,10
8076		0,10	0,6–0,9	0,04	0,08–0,22	0,05	0,04	0,03	0,10
8130		0,15 ^В	0,40–1,0 ^В	0,05–0,15	–	0,10	–	0,03	0,10
8176		0,03–0,15	0,40–1,0	–	–	0,10	–	0,05 ^С	0,15
8177		0,10	0,25–0,45	0,04	0,04–0,12	0,05	0,04	0,03	0,10

^А Литий — максимум 0,003 %.

^В Кремний и железо — в сумме максимум 1,0 %.

^С Галлий — максимум 0,03 %.

и 8176 (см. табл. А.8 в прил. А [5]). Именно эти марки сплавов рассматривались исследовательскими организациями в качестве образцов при проведении испытаний. При этом состав сплавов указанных марок в табл. 2 Правил [1] и табл. 8 стандарта [5] различен.

В результате исследований было установлено, что для обеспечения надежности соединения проводников из алюминиевых сплавов при монтаже должны использоваться электроустановочные изделия со специальным покрытием контактных групп (например, из латуни или цинка), обеспечивающие их стабильный контакт с жилами из меди и сплавов алюминия. Такие изделия следует помечать специальной маркировкой (например, Cu/Al). Для серийно выпускаемых в России электроустановочных изделий может быть достигнута стабильность контактных соединений за счет применения дополнительных технических средств, так как по результатам испытаний контактные соединения розеток с проводами из сплавов алюминия с сечением жил 4 мм² оказались неустойчивыми из-за несоответствия их габаритных размеров диаметру жил, а крепление жил винтом М3 при нормированном крутящем моменте затяжки не обеспечивало должного качества соединения. Поэтому при монтаже проводов с указанным сечением контактные группы электроустановочных изделий должны быть усилены.

Необходимый уровень пожарной безопасности электропроводок с токоведущими жилами из алюминиевых сплавов может быть достигнут за счет правильного выбора их области применения, а также мест и способов прокладки. Например, следует исключить применение такой проводки в пожароопасных зонах, увеличить расстояния от токоведущих частей до горючих материалов, внести в нормативные документы требования к допустимым длительным токам для различных сечений жил и т. п. Кроме того, нужно определить особенности монтажа нового вида проводки (запретить прокладку данных проводников открытым способом, ввести контроль за обязательным приме-

нением смазок-ингибиторов, определить профилактические мероприятия с периодичностью осмотров и проверок состояния контактных соединений и т. п.).

ЗАО “Орловский кабельный завод” при поддержке компании “РУСАЛ” уже подготовил сертифицированную серию проводников нового поколения из легированного алюминия под названием “Smart Alloy™” (“Умный сплав”), которые соответствуют требованиям Таможенного союза и пожарной безопасности. Проводники указанной серии выполняются с поливинилхлоридной оболочкой и изоляцией в различных вариантах, в том числе не распространяющие горение (нг), пониженной горючести (категория А) и с пониженным дымо- и газовыделением при горении (LS), а также с сечением от 1 до 6 мм² для кабелей и от 1 до 16 мм² для проводов.

В заключение хотелось бы отметить, что **согласно требованиям Правил безопасности [1] электропроводки с токоведущими жилами из алюминиевых сплавов вводятся не взамен, а только в качестве альтернативы медным проводам** и имеют значительные ограничения по объектам их применения. В основном такие проводники предполагается использовать при строительстве социального жилья, административных и общественных зданий. Полный перечень ограничений на использование новых видов проводников представлен в п. 2 Правил безопасности энергопринимающих установок [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности энергопринимающих установок. Особенности выполнения электропроводки в зданиях с токоведущими медными жилами или жилами из алюминиевых сплавов : приказ Минэнерго России от 16.10.2017 № 968; введ. 20.11.2017. URL: <http://base.garant.ru/71805760/> (дата обращения: 20.05.2018).

2. О признании не подлежащими применению отдельных положений правил устройства электроустановок : приказ Минэнерго России от 20.12.2017 № 1196; введ. 20.12.2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/556185819> (дата обращения: 20.05.2018).

3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). — 6-е изд. — М. : Энергоатомиздат, 1986.

4. ASTM B800-05. Standard specification for 8000 series aluminum alloy wire for electrical purposes — Annealed and intermediate tempers [Стандарт по спецификации электрических проводов из алюминиевого сплава 8000 серии обожженных и промежуточной закалки]. American Society for Testing and Materials. Current edition — Oct. 1, 2015.

5. DIN EN 573-3:2013. Aluminium and aluminium alloys — Chemical composition and form of wrought products. Part 3: Chemical composition and form of products [Алюминий и алюминиевые сплавы — Химический состав и форма выделанных продуктов. Часть 3: Химический состав и форма продуктов]. American Society for Testing and Materials. Current edition — Dec. 1, 2013.

Для цитирования: Харламенков А. С. Кабельная продукция из алюминиевых сплавов как альтернатива меди // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 6. — С. 70–72.

CABLE PRODUCTS FROM ALUMINUM ALLOYS AS ALTERNATIVE OF COPPER

KHARLAMENKOV A. S., Senior Lecturer, Department of Special Electrical Engineering, Automation Systems and Communication, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: h_a_s@live.ru)

ABSTRACT

The normative documents on the use of aluminum alloys as current-carrying veins of electrical networks of buildings are considered. The regulatory requirements of foreign countries for conductors made of aluminum alloys are presented. Features of installation of new types of conductors and their field of application are noted. The examples of application of modern cables and wires with cores made of aluminum alloys are performed.

Keywords: cable products; electrical networks; aluminum alloys; current-carrying veins; fire safety.

For citation: Kharlamenkov A. S. Cable products from aluminum alloys as alternative of copper. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 6, pp. 70–72 (in Russian).



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу



Д. Г. Пронин, Д. А. Корольченко

ДЕЛЕНИЕ ЗДАНИЙ НА ПОЖАРНЫЕ ОТСЕКИ : учебное пособие.

— М. : Издательство "ПОЖНАУКА".

В учебном пособии изложены базовые основы, действующие требования и современные представления о целях, задачах и способах ограничения распространения пожара по зданиям и сооружениям путем их разделения на пожарные отсеки.

Пособие предназначено для студентов Московского государственного строительного университета. Оно может быть использовано также другими образовательными учреждениями и практическими работниками, занимающимися вопросами обеспечения пожарной безопасности.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: info@fire-smi.ru

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ!

Направляемые в журнал “ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ” статьи должны содержать результаты научных исследований и испытаний, описания новых технических устройств и программно-информационных продуктов; обзоры, комментарии к нормативно-техническим документам, справочные материалы и т. п. Авторы должны указать, к какому типу относится их статья:

- научно-теоретическая;
- научно-эмпирическая;
- аналитическая (обзорная);
- дискуссионная;
- рекламная.

Не допускается направлять в редакцию работы, которые были опубликованы и/или приняты к печати в других изданиях.

Редакция просит авторов при подготовке рукописи руководствоваться изложенными ниже правилами.

1. Статья и сопутствующие ей материалы должны быть направлены в редакцию в электронном виде по адресу info@fire-smi.ru.

Статья должна быть ясно и лаконично изложена и подписана всеми авторами (скан страницы с подписями). Основной текст статьи должен содержать в себе четкие, логически взаимосвязанные разделы. Все разделы должны начинаться приведенными ниже заголовками, выделенными полужирным начертанием. Для научной статьи традиционными являются следующие разделы:

- введение;
- материалы и методы (методология) — для научно-эмпирической статьи;
- теоретические основы (теория и расчеты) — для научно-теоретической статьи;
- результаты и их обсуждение;
- заключение (выводы).

Редакция допускает и иную структуру, обусловленную спецификой конкретной статьи (аналитической (обзорной), дискуссионной, рекламной) при условии четкого выделения разделов:

- введение;
- основная (аналитическая) часть;
- заключение (выводы).

Подробную информацию о содержании каждого из обозначенных выше разделов см. на сайте издательства www.fire-smi.ru.

Материал статьи должен излагаться в следующем порядке.

2.1. Номер УДК (универсальная десятичная классификация).

2.2. Заглавие статьи (на русском и английском языках). Заглавия научных статей должны быть точными и лаконичными и в то же время достаточно информативными; в них можно использовать только общепринятые сокращения. В переводе заглавий статей на английский язык недопустима транслитерация с русского языка, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и других объектов, имеющих собственные названия, а также непереводаемый сленг, известный только русскоговорящим специалистам. Это касается также аннотаций, авторских резюме и ключевых слов.

2.3. Информация об авторах.

2.3.1. Имена, отчества и фамилии всех авторов. Они должны приводиться полностью на русском языке и в транслитерации в соответствии с системой, которая в настоящее время является наиболее распространенной (<http://fotosav.ru/services/transliteration.aspx>).

Авторами являются лица, принимавшие участие во всей работе или в ее главных разделах. Лица, участвовавшие в работе частично, указываются в сносках.

2.3.2. Ученые степени, звания, должность, место работы всех авторов с полным юридическим адресом (на русском и английском языках). Здесь необходимо указать: полное официальное название организации, страну, индекс, город, название улицы, номер дома, а также контактные телефоны и электронный адрес всех или хотя бы одного из авторов. При этом не следует приводить составные части названий организаций, обозначающие принадлежность ве-

домству, форму собственности, статус организации (например, “Учреждение Российской академии наук...”, “Федеральное государственное унитарное предприятие...”, “ФГОУ ВПО...” и т. п.), так как это затрудняет идентификацию организации. Обращаем Ваше внимание, что при переводе необходимо указывать официально принятое название организации на английском языке. Все почтовые сведения (кроме наименования улицы, которое должно быть в транслитерированном виде) должны быть также переведены на английский язык, в том числе название города и страны.

Пример: *Institute for Problem in Mechanics, Russian Academy of Sciences (Vernadskogo Avenue, 101, Moscow, 119526, Russian Federation).*

2.4. Аннотация на русском языке должна состоять не менее чем из 5–7 предложений и не должна содержать обобщенные данные по выбранной для статьи теме. Аннотация к научной статье представляет собой краткое описание содержания изложенного текста (т. е.: “Изучены..., проанализированы..., представлены...” и т. п.).

2.5. Расширенное резюме на русском и английском языках. Необходимо иметь в виду, что авторское резюме на английском языке в русскоязычном издании является для иностранных ученых и специалистов основным и, как правило, единственным источником информации о содержании статьи и об изложенных в ней результатах исследований. Поэтому авторское резюме должно быть:

- информативным (не содержать общих слов);
- оригинальным (не быть калькой с русскоязычной аннотации с дословным переводом);
- содержательным (должно отражать существенные результаты работы; не должно включать материал, который отсутствует в основной части публикации);
- структурированным (т. е. следовать логике описания результатов в публикации);
- грамотным (написанным качественным английским языком, без использования программ автоматизированного перевода);
- объемом не менее 200–250 слов.

Структура резюме должна повторять структуру статьи и включать введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение (выводы).

Результаты работы следует описывать предельно точно и информативно. При этом должны приводиться основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, установленные взаимосвязи и закономерности.

Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предположениями, гипотезами, описанными в работе.

Текст должен быть связным; излагаемые положения должны логично вытекать одно из другого.

Сокращения и условные обозначения, кроме общепотребительных, следует применять в исключительных случаях или давать их расшифровку и определение при первом упоминании в тексте резюме.

В авторское резюме не рекомендуется включать схемы, таблицы, иллюстрации, формулы, а также ссылки на публикации, приведенные в списке литературы к статье.

Для повышения эффективности при онлайн-поиске включите в текст аннотации ключевые слова и термины из основного текста и заглавия статьи.

2.6. Ключевые слова на русском и английском языках (не менее 5 слов или словосочетаний). Они указываются через точку с запятой. Недопустимо в качестве ключевых слов использовать термины общего характера (например, проблема, решение и т. п.), не являющиеся специфической характеристикой публикации. При переводе ключевых слов на английский язык избегайте по возможности употребления слов “and” (и), “of” (предлог, указывающий на принадлежность), артиклей “a”, “the” и т. п.

2.7. Основной текст статьи должен быть набран через 1,5 интервала в формате Word. Формулы должны быть набраны в Microsoft Equation или MathType.

Цитируемый текст из других публикаций следует брать в кавычки. Таблицы, рисунки, методы, численные данные (за исключением общеизвестных величин), опубликованные ранее, должны сопровождаться ссылками.

Если представленные в статье исследования выполнены авторами при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского научного фонда, Министерства образования и науки Российской Федерации и т. п., то в конце статьи обязательно следует дать информацию об этом с указанием номера и названия гранта (научного проекта, госконтракта и т. д.).

Сокращения и условные обозначения физических величин в тексте статьи должны соответствовать действующим международным стандартам. Формулы и буквенные обозначения должны быть четкими и ясными. Все буквенные обозначения, входящие в формулы, должны быть расшифрованы с указанием единиц измерения. Размерность всех характеристик должна соответствовать системе СИ. Иллюстрации в электронной версии прилагаются отдельно. Фотографии должны быть сделаны с хорошего негатива контрастной печатью (файлы растровых изображений предоставляются с разрешением не менее 300 dpi, черно-белая штриховая графика — 600 dpi). Файлы векторной графики следует предоставлять в формате той программы, в которой они созданы, либо печатать PDF-файл из этой программы. Все иллюстрации должны иметь сквозную нумерацию. Чертежи и карты в качестве иллюстраций неприемлемы. Ссылки на все рисунки в тексте обязательны.

Таблицы должны быть составлены лаконично и содержать только необходимые сведения; однотипные таблицы следует строить одинаково. Цифровые данные необходимо округлять в соответствии с точностью эксперимента. Сведения в таблицах и на рисунках не должны повторяться. Ссылки на все таблицы в тексте обязательны.

Для двуязычного представления табличного и графического материала необходимо прислать перевод на английский язык:

- для таблицы: ее названия, шапки, боковика, текста во всех строках, сносок и примечаний;
- для рисунка: подрисуночной подписи и всех текстовых надписей на самом рисунке;
- для схемы: подписи к ней и всего содержания самой схемы.

2.8. Пристатейные списки литературы на русском языке и языке оригинала (если книга переводная).

Список литературы должен включать библиографические сведения обо всех публикациях, упоминаемых в статье, и не должен содержать указаний на работы, на которые в тексте нет ссылок. Литература должна быть оформлена в виде общего списка в порядке упоминания. В тексте ссылка на литературу отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Библиографические данные приводятся по титульному листу издания. Порядок изложения элементов библиографического описания определяется требованиями ГОСТ 7.1–2003 и ГОСТ Р 7.0.5–2008.

В описании источников необходимо указывать всех авторов.

Наряду с этим для научных статей список литературы должен отвечать следующим требованиям.

Список литературы должен содержать не менее 20 источников (в это число не входят нормативные документы, патенты, ссылки на сайты компаний и т. п.). При этом количество ссылок на статьи из иностранных научных журналов и другие иностранные источники должно быть не менее 40 % от общего количества ссылок. Не более половины от оставшихся 60 % должны составлять статьи из русскоязычных научных журналов, остальное — другие первоисточники на русском языке.

Не менее половины источников должно быть включено в один из ведущих индексов цитирования: Российский индекс научного цитирования eLibrary, Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, MathSciNet, Springer и др. В случае присвоения публикациям цифрового идентификатора объекта (DOI) его необходимо указать, что позволит однозначно идентифицировать объект в базах данных.

Состав источников должен быть актуальным и содержать не менее половины современных (не старше 10 лет) статей из научных журналов или других публикаций.

В списке литературы должно быть не более 30 % источников, автором либо соавтором которых является автор статьи.

Следует обратить внимание на публикации диссертаций (особенно докторских), защищенных в последние годы по ближайшей научной специальности или группе специальностей. Для поиска рекомендуется использовать ресурс <http://www.dissercat.com>.

Не следует включать в список литературы ГОСТы; ссылки на них должны быть даны непосредственно по тексту статьи.

Убедитесь, что указанная в списке литературы информация (Ф.И.О. автора, название книги или журнала, год издания, том, номер и количество (интервал) страниц) верна.

Неопубликованные результаты, проекты документов, личные сообщения и т. п. не следует указывать в списке литературы, но они могут быть упомянуты в тексте.

2.9. References (пристатейные списки литературы на английском языке). Представление в References только транслитерированного (без перевода) описания недопустимо. Обращаем Ваше внимание, что перевод названия статей следует давать так, как он проходил при их публикации, а перевод названий журналов должен быть официально принятым. Произвольное сокращение названий источников цитирования приведет к невозможности идентифицировать ссылку в электронных базах данных.

При составлении References необходимо следовать схеме:

- авторы (транслитерация; для ее написания используйте сайт <http://fotosav.ru/services/transliteration.aspx>, обязательно включив в настройках справа сверху флажок “Американская (для визы США)”); если автор цитируемой статьи имеет свой вариант транслитерации своей фамилии, следует использовать этот вариант);
- заглавие на английском языке — для статьи, транслитерация и перевод названия — для книги;
- название источника (журнала, сборника статей, материалов конференции и т. п.) в транслитерации и на английском языке (курсивом, через косую черту);
- выходные данные;
- указание на язык изложения материала в скобках (например, (in Russian)).

Например: Sokolov D. N., Vogman L. P., Zuykov V. A. Microbiological spontaneous ignition. *Pozharnaya bezopasnost' / Fire Safety*, 2012, no. 1, pp. 35–48 (in Russian) (другие примеры см. www.fire-smi.ru).

3. К статьям следует прилагать рецензию стороннего специалиста (т. е. он не должен быть связан с местом работы (учебы) авторов статьи), которая должна быть подписана рецензентом (с указанием его Ф. И. О., ученого звания, ученой степени, должности, места работы), заверена отделом кадров (ученым секретарем) и печатью. Все рецензенты должны являться признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и иметь в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Обращаем Ваше внимание, что рецензент не должен входить в Редакционный совет нашего журнала.

4. Статьи, присланные не в полном объеме, на рассмотрение не принимаются.

5. В случае получения замечаний в ходе внутреннего рецензирования статьи авторы должны предоставить доработанный вариант текста с обязательным выделением цветом внесенных изменений, а также отдельно подготовить конкретные ответы-комментарии на все вопросы и замечания рецензента. Несвоевременный, а также неадекватный ответ на замечания рецензентов и научных редакторов приводит к задержке публикации до исправления указанных недостатков. При игнорировании замечаний рецензентов и научных редакторов рукопись снимается с дальнейшего рассмотрения.

6. Непринятые к публикации статьи автору не возвращаются. Просьба редакции о переработке материала не означает, что он принят к печати. Предпечатная подготовка статей оплачивается за счет средств подписчиков и третьих лиц, заинтересованных в публикации.

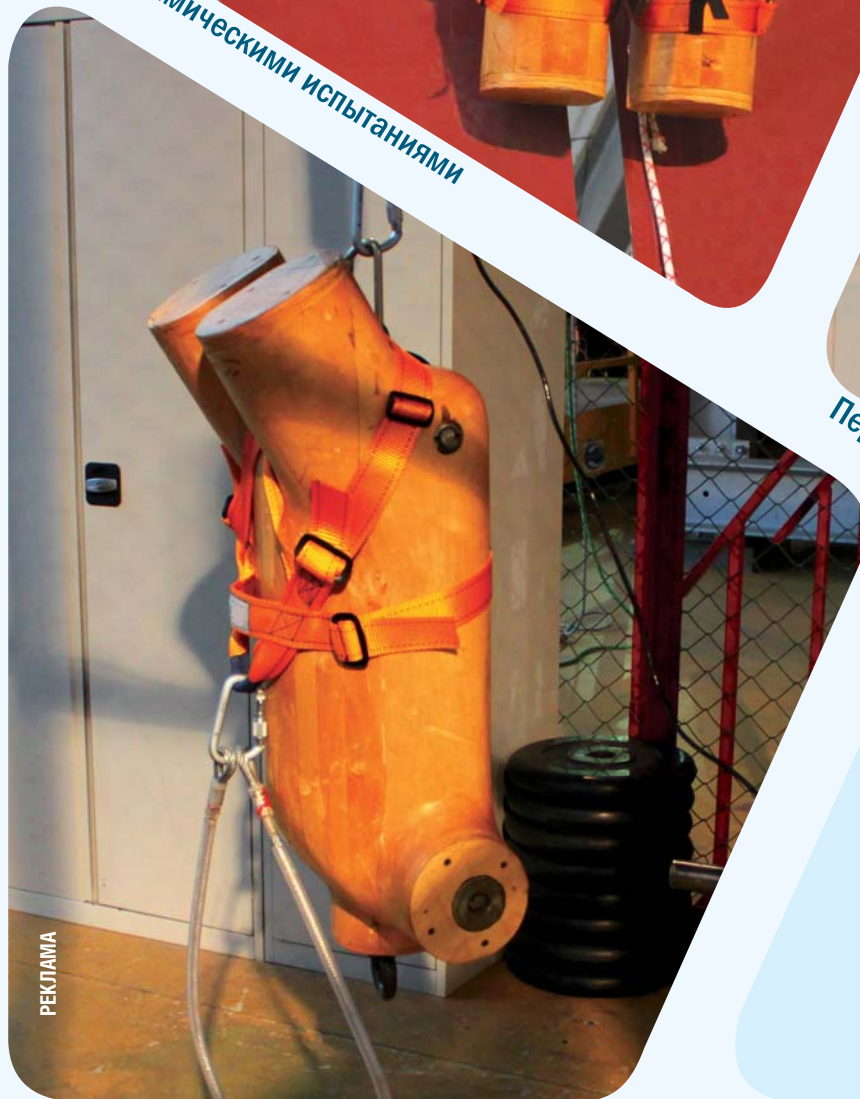
Редакция оставляет за собой право считать, что авторы, предоставившие рукопись для публикации в журнале “Пожаровзрывобезопасность”, согласны с условиями публикации или отклонения рукописи, а также с правилами ее оформления!



Перед динамическими испытаниями



Перед статическими испытаниями



РЕКЛАМА

После статических испытаний. Общий вид

ИСПЫТАНИЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ПАДЕНИЯ С ВЫСОТЫ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Контакты:

Тел.: 8 (495) 109-05-58

e-mail: ikbs@mgsu.ru,

mail@ikbs-mgsu.com

www.ikbs-mgsu.com

ISSN 0869-7493 (Print)
ISSN 2587-6201 (Online)

**Начинается
подписка
на журнал**

2019

ПОЖАРОВЗРЫВО- БЕЗОПАСНОСТЬ



По вопросам подписки
просьба обращаться
по тел.: (495) 228-09-03,
8-909-940-01-85 или
по e-mail info@fire-smi.ru

- Стоимость подписки на 1-е полугодие 2019 г. (3 номера) — 5901 руб.
- Стоимость годовой подписки (6 номеров) — 10260 руб.

ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ:

- Стоимость подписки на 1-е полугодие 2019 г. (3 номера) — 2460 руб.
- Стоимость годовой подписки (6 номеров) — 4680 руб.

ПОДПИСКА ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ:

- через ООО “Издательство “Пожнаука”;
- ЧЕРЕЗ ПОДПИСНЫЕ АГЕНТСТВА:
- ООО “Урал-Пресс”, индекс 83647 (полугодовой), 70753 (годовой);
- ООО “Агентство “Книга Сервис”, индекс 83647 (полугодовой), 70753 (годовой);
- ЗАО “ПРЕССИНФОРМ”, индекс 83647 (полугодовой), 70753 (годовой)

25-я Юбилейная международная выставка
технических средств охраны
и оборудования для обеспечения
безопасности и противопожарной защиты



securika
Moscow



Москва

**19–22
марта
2019**

ЦВК «Экспоцентр»

РЕКЛАМА



Видеонаблюдение



Контроль
доступа



Охрана
периметра



Противопожарная
защита



Сигнализация
и оповещение



Автоматизация
зданий



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
security@ite-expo.ru

Забронируйте стенд
securika-moscow.ru



ИНСТИТУТ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет

Научно-
исследовательские
и сертификационные
испытания:

- ♦ железобетонных конструкций
- ♦ противопожарных преград
- ♦ легкобрасываемых конструкций
- ♦ фасадных систем
- ♦ палуб, переборок

Контакты:

Тел.: 8 (495) 109-05-58

e-mail: ikbs@mgsu.ru,

mail@ikbs-mgsu.com

www.ikbs-mgsu.com

Свидетельство о признании
Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21AM09 от 24.06.2014 г.
испытательной лаборатории РМРС № 16.00385.120 от 28.12.2016 г.