

8-2014

ПОЖ Издательство
НАУКА

ПОЖАРОВЗРЫВО-

БЕЗОПАСН  **СТЬ**

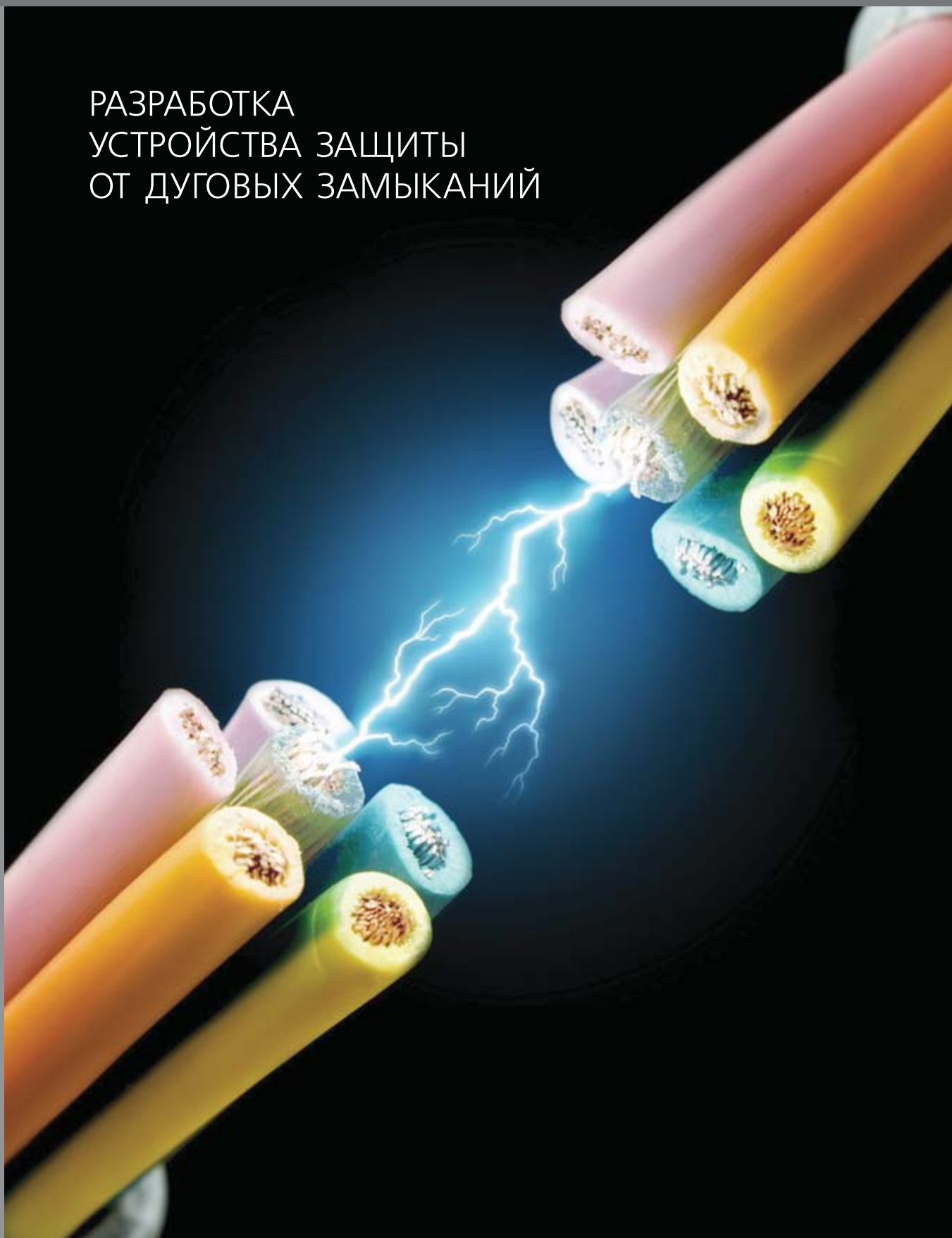
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 0869-7493

РАЗРАБОТКА
УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ
ОТ ДУГОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

пожарная • промышленная • производственная • экологическая





ВЫСТАВКА ПРОХОДИТ ПОД ПАТРОНАЖЕМ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

VI Всероссийская
специализированная выставка



Комплексная безопасность

18-21 СЕНТЯБРЯ/ 2014

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ!

- ВЕДУЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОТРАСЛИ
- ДЕЛОВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ
- ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ АУДИТОРИЯ

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ОБЩЕСТВЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧС
БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

**ОДНОВРЕМЕННО СОСТОИТСЯ XII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-ЯРМАКА
«РОССИЙСКИЕ ОХОТНИЧЬЕ-СПОРТИВНЫЕ ТОВАРЫ»**

Место проведения:
г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9

тел./факс: (3412) 733-581, 733-585, 733-587, 733-664
safe@vcudm.ru | www.safe.vcudm.ru | vk.com/izh_safe

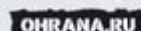
Генеральный
интернет-партнер



Информационные партнеры



Интернет-партнеры



СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

МАКАРКИН С. В., ВОРОБЬЕВА Е. П.
Об оценке эффективности деятельности органов
местного самоуправления в области обеспечения
пожарной безопасности

6

ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

СМИРНОВ В. В., АЛЕКСЕЕВ С. Г.,
БАРБИН Н. М., ЖИВОТИНСКАЯ Л. О.
Связь показателей пожарной опасности
с химическим строением. XIII. Тиоспирты

15

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

МОНАКОВ В. К.
Разработка устройства защиты от дуговых замыканий

27

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, ОБЪЕКТОВ

ОЛЕЙНИКОВ В. Т., МАРКОВ А. Г.
Проблемы разработки и использования
геоинформационных систем в подразделениях
МЧС России

32

БЕЗОПАСНОСТЬ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ

ХОЛЩЕВНИКОВ В. В., САМОШИН Д. А.
Проблемы обеспечения пожарной безопасности людей
с ограниченными возможностями в зданиях
с их массовым пребыванием

37

КОСТЕРИН И. В., ПРИСАДКОВ В. И.
Описание методики сбора исходных данных
для определения вероятности эвакуации людей
из зданий с многосветными пространствами

53

ПОЖАРНАЯ АВТОМАТИКА

ГОРБАНЬ Ю. И., ЦАРИЧЕНКО С. Г., СИНЕЛЬНИКОВА Е. А.
Пожарные роботы и ствольная пожарная техника
в пожарной автоматике и пожарной охране.
II. Пожаротушение

57

СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

КОРОЛЬЧЕНКО Д. А., ШАРОВАРНИКОВ А. Ф.
Тушение пламени огнетушащими порошками
и аэрозольными составами

63

ДИСКУССИИ

ТАРАНЦЕВ А. А.
Методика определения числа диспетчеров
и линий связи дежурно-диспетчерских служб

69

ВОПРОС – ОТВЕТ

86

CONTENTS

GENERAL QUESTIONS OF FIRE SAFETY

MAKARKIN S. V., VOROBYEVA E. P.
On efficiency of local government
institutions work in the field
of fire safety

FIRE-AND-EXPLOSION HAZARD OF SUBSTANCES AND MATERIALS

SMIRNOV V. V., ALEXEEV S. G., BARBIN N. M.,
ZHIVOTINSKAYA L. O.
Correlation of fire hazard characteristics
with chemical structure. XIII. Alkylthiols

FIRE HAZARD OF ELECTROTECHNICAL PRODUCTS

MONAKOV V. K.
Development of device of protection against arc short circuits

FIRE SAFETY OF BUILDINGS, STRUCTURES, OBJECTS

OLEYNIKOV V. T., MARKOV A. G.
Problems of development and use
of geoinformation systems in divisions
of Emercom of Russia

FIRE SAFETY OF PEOPLE

KHOLSHCHEVNIKOV V. V., SAMOSHIN D. A.
Problems of fire safety of disabled
people in buildings with their
mass presence

KOSTERIN I. V., PRISADKOV V. I.
Description of reference data collection methods
to determine the probability for evacuation of residents
from structures with numerous clerestory spaces

FIRE AUTOMATIC

GORBAN Yu. I., TSARICHENKO S. G., SINELNIKOVA Ye. A.
Fire robots and fire monitors in automatic
fire fighting and fire prevention.
II. Fire extinguishing

MEANS AND WAYS OF FIRE EXTINGUISHING

KOROL'CHENKO D. A., SHAROVARNIKOV A. F.
Extinguishing of a flame by dry chemical powders
and aerosol compositions

DISCUSSION

TARANTSEV A. A.
Method of determination of number of controllers
and communication lines of call-centers

QUESTION – ANSWER

СМИ зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций –
свидетельство ПИ № ФС77-43615 от 18 января 2011 г.

Журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК России для публикации трудов соискателей
ученых степеней, в Реферативный журнал и базы данных ВИНИТИ РАН, в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Сведения
о журнале ежегодно публикуются в Международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям "Ulrich's Periodicals Directory".
Перепечатка материалов журнала "Пожаровзрывобезопасность" 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 мнением авторов опубликованных материалов.

Председатель Редакционного совета:

Корольченко А. Я., д. т. н., профессор,
академик МАНЭБ (Россия)

Зам. председателя Редакционного совета:

Мольков В. В., д. т. н., профессор (Великобритания)

Редакционный совет:

Баратов А. Н., д. т. н., профессор, действительный член НАНПБ,
заслуженный деятель науки РФ (Россия)

Барбин Н. М., д. т. н., профессор (Россия)

Брушлинский Н. Н., д. т. н., профессор, академик РАЕН,
заслуженный деятель науки РФ (Россия)

Горбань Ю. И., генеральный директор –
главный конструктор (Россия)

Кирюханцев Е. Е., к. т. н., профессор (Россия)

Корольченко Д. А., к. т. н., академик МАНЭБ (Россия)

Лейбман М. Е., заслуженный строитель России,
генерал-полковник запаса (Россия)

Меркулов В. А., к. т. н. (Россия)

Мишуев А. В., д. т. н., профессор, академик РАЕН (Россия)

Ройтман В. М., д. т. н., профессор, академик НАНПБ
и ВАНКБ (Россия)

Сенин Н. И., к. т. н., профессор (Россия)

Серков Б. Б., д. т. н., профессор, действительный член
НАНПБ (Россия)

Пузач С. В., д. т. н., профессор, член-корреспондент
НАНПБ (Россия)

Тамразян А. Г., д. т. н., профессор,
действительный член ВАНКБ (Россия)

Теличенко В. И., д. т. н., профессор, действительный член
РААСН, заслуженный деятель науки РФ (Россия)

Топольский Н. Г., д. т. н., профессор, академик РАЕН и НАНПБ,
заслуженный деятель науки РФ (Россия)

Тычино Н. А., д. т. н., член-корреспондент МАНЭБ (Белоруссия)

Холщевников В. В., д. т. н., профессор, академик и почетный
член РАЕН, заслуженный работник высшей школы РФ (Россия)

Шебеко Ю. Н., д. т. н., профессор, действительный член
НАНПБ (Россия)

Шилдс Т. Дж., профессор (Великобритания)

Редакция:

Главный редактор **Корольченко А. Я.**

Шеф-редактор **Соколова Н. Н.**

Редактор **Крылова Л. В.**

Учредитель — ООО "Издательство "ПОЖНАУКА"

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

Адрес редакции: 121108, Россия, г. Москва,
ул. Ивана Франко, д. 4, корп. 10 (фактический);
121352, г. Москва, а/я 43 (почтовый).

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

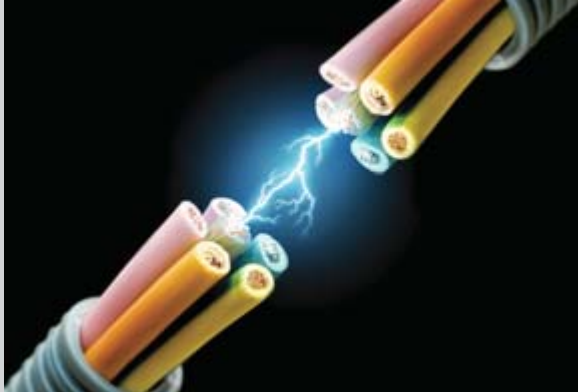
Подписано в печать 06.08.2014. Выход в свет 25.08.2014.

Формат 60x84 1/8. Тираж 5000 экз.

Бумага мелованная матовая. Печать офсетная.

Отпечатано в типографии ООО "Эрудит"

(127051, Россия, г. Москва, Бульвар Петровский, д. 3, стр. 2).



Разработка устройства защиты от дуговых замыканий



Стр. 27

Стр. 37

Спасение людей с ограниченными возможностями



Определение вероятности эвакуации из атриумов

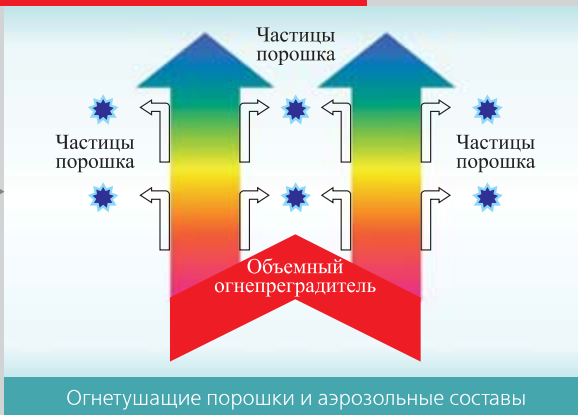
Стр. 53



Стр. 57

Пожарные роботы и ствольная пожарная техника

Стр. 63



Огнетушащие порошки и аэрозольные составы

**Founder:**

"POZHNAUKA" Publishing House, Ltd.

Editorial Staff:

Editor-in-Chief **Korol'chenko A. Ya.**

Editorial director **Sokolova N. N.**

Editor **Krylova L. V.**

Address of Editorial Staff:

Ivana Franko St., 4/10, Moscow,
121108, Russia.

Post office box 43,
Moscow, 121352, Russia.

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

E-mail: info@fire-smi,
mail@firepress

Website: www.fire-smi.ru,
www.firepress.ru

Chairman of Editorial Board:

Korol'chenko A. Ya.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of International Academy of Ecology and Life Safety (Russia)

Deputy Chairman of Editorial Board:

Molkov V. V.,

Doctor of Technical Sciences, Professor (Great Britain)

Editorial Board:

Baratov A. N.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Full Member of National Academy of Fire Science, Honoured Scientist of the Russian Federation (Russia)

Barbin N. M.,

Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Brushlinskiy N. N.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Natural Sciences, Honoured Scientist of the Russian Federation (Russia)

Gorban Yu. I.,

General Director – Chief Designer (Russia)

Kiryukhantsev Ye. Ye.,

Candidate of Technical Sciences, Professor (Russia)

Korol'chenko D. A.,

Candidate of Technical Sciences, Academician of International Academy of Ecology and Life Safety (Russia)

Leybman M. Ye.,

Honoured Builder of the Russian Federation, Retired Colonel General (Russia)

Merkulov V. A.,

Candidate of Technical Sciences (Russia)

Mishuev A. V.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Natural Sciences (Russia)

Roytman V. M.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of National Academy of Fire Science, Academician of World Academy of Sciences of Complex Safety (Russia)

Senin N. I.,

Candidate of Technical Sciences, Professor (Russia)

Serkov B. B.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Full Member of National Academy of Fire Science (Russia)

Puzach C. V.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of National Academy of Fire Science (Russia)

Tamrazyan A. G.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Full Member of World Academy of Sciences for Complex Safety (Russia)

Telichenko V. I.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Full Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Honoured Scientist of the Russian Federation (Russia)

Topolskiy N. G.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Natural Sciences, Academician of National Academy of Fire Science, Honoured Scientist of the Russian Federation (Russia)

Tychino N. A.,

Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of International Academy of Ecology and Life Safety (Belarus)

Kholshchevnikov V. V.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician and Honoured Member of Russian Academy of Natural Sciences, Honoured Higher Education Employee of the Russian Federation (Russia)

Shebeko Yu. N.,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Full Member of National Academy of Fire Science (Russia)

Thomas Jim Shields,

Professor (Great Britain)

"Pozharovzryvobezopasnost" ("Fire and Explosion Safety") is included in List of periodical scientific and technical publication of the Russian Federation, what are recommended for publishing the main results of competitors for doctoral degree by VAK, in Abstracting Journal and VINITI Database RAS, is included in Russian Citation Index Database.

Information about the journal is annually published in "Ulrich's Periodicals Directory".

No part of this publication may be used or reproduced in any form or by any means without the prior permission of the Publishers.

Reproducing 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 06.08.2014

Date of publication 25.08.2014

Format is 60x84 1/8

Printing is 5 000 copies

Chalk-overlay mat paper

Offset printing

Всероссийская научно-практическая конференция

ОГНЕЗАЩИТА XXI века

20 ноября 2014 г.,
г. Москва, ГК "Измайлово",
конференц-зал "Васнецов"

Всероссийская научно-практическая конференция посвящена пожарной опасности материалов и конструкций, методам ее понижения средствами огнезащиты.

В работе конференции примут участие представители исполнительной власти, НОСТРОЙ, НОП, специалисты АГПС МЧС России, ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Госстройнадзора.

Свои разработки в области огнезащиты представят ведущие российские и европейские производители тонкослойных покрытий и конструктивных систем.

Объектами защиты являются металлические, железобетонные, деревянные, светопрозрачные конструкции, тканые материалы, системы вентиляции и дымогазоудаления, кабельные каналы, проходки, металлические и деревянные двери и т. д.

Участие для слушателей бесплатное.

Модератор конференции: ООО "Строй-Диалог", г. Москва

Тел./факс: (499)166-78-89, +7-925-642-40-86

E-mail: stroidialog@bk.ru

Контактное лицо: КАЛАБУХОВА Татьяна Игоревна



ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



Национальный союз организаций
в области обеспечения пожарной безопасности



Всероссийский научно-исследовательский институт
противопожарной обороны



Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России



Национальное объединение участников
строительной индустрии

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



**ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ПОКРЫТИЯ**

С. В. МАКАРКИН, канд. юрид. наук, доцент, начальник кафедры организации надзорной деятельности, Уральский институт ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; e-mail: mak_s@e1.ru)

Е. П. ВОРОБЬЕВА, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры пожарной безопасности в строительстве, Уральский институт ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; e-mail: elena.vorobeva.55@mail.ru)

УДК 614.84

ОБ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрены методики оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления. Рассмотрены также первичные меры по обеспечению пожарной безопасности, полномочия органов местного самоуправления в данной области. На основе законодательства Российской Федерации предложены критерии оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления в области обеспечения пожарной безопасности. Предложен новый вид пожарного риска, характеризующий количество травмированных в результате пожаров. В целях повышения эффективности деятельности органов местного самоуправления, улучшения качества работы муниципальных служащих и повышения удовлетворенности населения качеством муниципальных услуг в области обеспечения пожарной безопасности предложено внедрение в их деятельность системы менеджмента качества на основе международных стандартов серии ISO 9000 и рекомендаций IWA 4.

Ключевые слова: пожарная безопасность; органы местного самоуправления; полномочия органов местного самоуправления в области пожарной безопасности; первичные меры пожарной безопасности; вопросы местного значения; критерии оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления; система менеджмента качества.

В целях реализации положений Федерального закона № 131-ФЗ “Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации” [1] Указом Президента Российской Федерации в апреле 2008 г. [2] утвержден перечень показателей для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов. В дальнейшем постановлением Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2012 г. № 1317 [3] утверждены перечень дополнительных показателей для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов и методика мониторинга эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов.

Целью методики является определение единых методических подходов к организации мониторинга эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов (далее — органы местного самоуправления) в целях оценки динамики изменения показателей, характеризующих качество жизни, уровня социально-экономического развития муниципально-образований (далее — МО), степени внедрения

методов и принципов управления, обеспечивающих переход к более результативным моделям муниципального управления.

Предметом оценки являются результаты деятельности органов местного самоуправления в сферах:

- 1) экономического развития;
- 2) дошкольного образования;
- 3) общего и дополнительного образования;
- 4) культуры;
- 5) физической культуры и спорта;
- 6) жилищного строительства и обеспечения граждан жильем;
- 7) жилищно-коммунального хозяйства;
- 8) организации муниципального управления;
- 9) энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

В данном перечне отсутствует такой немаловажный вид деятельности органов местного самоуправления, как обеспечение первичных мер пожарной безопасности, закрепленный в качестве вопроса местного значения в п. 9 ч. 1 ст. 14 и п. 10 ч. 1 ст. 16 Федерального закона № 131-ФЗ [1]. Правом на решение данного вопроса наделены органы местного самоуправления таких видов муниципальных образований, как поселения и городские округа.

Ст. 63 Федерального закона № 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” [4] определяет, что первичные меры пожарной безопасности включают в себя:

1) реализацию полномочий органов местного самоуправления по решению вопросов организационно-правового, финансового, материально-технического обеспечения пожарной безопасности муниципального образования;

2) разработку и осуществление мероприятий по обеспечению пожарной безопасности муниципального образования и объектов муниципальной собственности, которые должны предусматриваться в планах и программах развития территории, обеспечение надлежащего состояния источников противопожарного водоснабжения, содержание в исправном состоянии средств обеспечения пожарной безопасности жилых и общественных зданий, находящихся в муниципальной собственности;

3) разработку и организацию выполнения муниципальных целевых программ по вопросам обеспечения пожарной безопасности;

4) разработку плана привлечения сил и средств для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на территории муниципального образования и контроль за его выполнением;

5) установление особого противопожарного режима на территории муниципального образования, а также дополнительных требований пожарной безопасности на время его действия;

6) обеспечение беспрепятственного проезда пожарной техники к месту пожара;

7) обеспечение связи и оповещения населения о пожаре;

8) организацию обучения населения мерам пожарной безопасности и пропаганду в области пожарной безопасности, содействие распространению пожарно-технических знаний;

9) социальное и экономическое стимулирование участия граждан и организаций в добровольной пожарной охране, в том числе участия в борьбе с пожарами.

Перечисленные показатели могут быть взяты за основу при оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления в области пожарной безопасности.

В качестве влияющего на оценку деятельности фактора необходимо также учитывать и полноту использования права органов местного самоуправления на создание муниципальной пожарной охраны на территории муниципального образования. Данное право закреплено в ст. 11.1 Федерального закона № 69-ФЗ “О пожарной безопасности” [5] и в п. 8.1 ч. 1 ст. 14.1 и п. 8.1 ч. 1 ст. 16.1 Федерального закона [1].

Однако не нужно забывать, что для всесторонней и объективной оценки деятельности органов местного самоуправления в рассматриваемой сфере этих показателей недостаточно. В связи с этим в качестве исходных данных для проведения мониторинга эффективности деятельности органов местного самоуправления необходимо использовать официальные данные, представленные в докладах руководителей органов местного самоуправления, а также данные официального статистического учета пожаров и их последствий в Российской Федерации либо расчетные критерии, разработанные на их основе.

Поскольку осуществление официального статистического учета и ведение государственной статистической отчетности по пожарам и их последствиям согласно п. 5 Положения о федеральном государственном пожарном надзоре [6] и п. 10.1.3 и 10.4 Административного регламента МЧС России исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности [7] является компетенцией органов Государственного пожарного надзора (ГПН) главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и органов ГПН специальных и воинских подразделений, предоставление данной информации может быть возложено именно на эти надзорные органы. Отметим, что порядок учета пожаров и их последствий утвержден приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714 [8].

Статистические данные по пожарам и их последствиям в данном случае являются основой для определения величины основных видов пожарных рисков [9], которые будут служить критериями оценки деятельности органов местного самоуправления в области обеспечения пожарной безопасности:

R_1 — риск для человека столкнуться с пожаром (его основными факторами) за единицу времени;

R_2 — риск для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой);

R_3 — риск для человека погибнуть в результате пожара за единицу времени;

R_4 — риск уничтожения строений в результате пожара;

R_5 — риск прямого материального ущерба от пожара.

К этим видам риска, по нашему мнению, необходимо добавить риск, характеризующий количество людей, получивших травмы в результате пожара ($R_{2,1}$).

Значения рассматриваемых показателей эффективности деятельности органов местного самоуправления необходимо анализировать в динамике за отчетный год при их планируемых значениях на трехлетний период.

При анализе необходимо учитывать и полномочия органов местного самоуправления по обеспечению первичных мер пожарной безопасности, предусмотренные ст. 19 Федерального закона [5]. Согласно ч. 1 ст. 19 этого закона [5] к полномочиям органов местного самоуправления поселений и городских округов по обеспечению первичных мер пожарной безопасности в границах сельских населенных пунктов относится:

- создание условий для организации добровольной пожарной охраны, а также для участия граждан в обеспечении первичных мер пожарной безопасности в иных формах;
- создание в целях пожаротушения условий для забора в любое время года воды из источников наружного водоснабжения, расположенных в сельских населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях;
- оснащение территорий общего пользования первичными средствами тушения пожаров и противопожарным инвентарем;
- организация и принятие мер по оповещению населения и подразделений Государственной противопожарной службы (ГПС) о пожаре;
- принятие мер по локализации пожара и спасению людей и имущества до прибытия подразделений Государственной противопожарной службы;
- включение мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в планы, схемы и программы развития территорий поселений и городских округов;
- оказание содействия органам государственной власти субъектов Российской Федерации в информировании населения о мерах пожарной безопасности, в том числе посредством организации и проведения собраний населения;
- установление особого противопожарного режима в случае повышения пожарной опасности.

К полномочиям органов местного самоуправления поселений и городских округов по обеспечению первичных мер пожарной безопасности в границах городских населенных пунктов относится (ч. 2 ст. 19 Федерального закона [5]):

- создание условий для организации добровольной пожарной охраны, а также для участия граждан в обеспечении первичных мер пожарной безопасности в иных формах;
- включение мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в планы, схемы и программы развития территорий поселений и городских округов;
- оказание содействия органам государственной власти субъектов Российской Федерации в информировании населения о мерах пожарной без-

опасности, в том числе посредством организации и проведения собраний населения;

- установление особого противопожарного режима в случае повышения пожарной опасности.

Оценку эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципальных районов по показателям, отражающим полномочия органов местного самоуправления поселений, расположенных на территории соответствующих муниципальных районов, необходимо осуществлять при условии передачи органам местного самоуправления муниципальных районов соответствующих полномочий.

Говоря о роли населения муниципального образования в оценке эффективности органов местного самоуправления в области обеспечения пожарной безопасности, необходимо помнить, что согласно ч. 1 ст. 130 Конституции Российской Федерации [10] вопросы местного значения самостоятельно решаются именно населением, а также то, что некоторые из полномочий органов местного самоуправления по обеспечению первичных мер пожарной безопасности непосредственно затрагивают интересы населения муниципального образования. Немаловажным фактором при оценке тех или иных вопросов, находящихся в ведении органов местного самоуправления, является способность населения контролировать исполнение и объективно оценивать результаты решения этих вопросов. Поэтому в качестве критериев необходимо также учитывать и мнение населения, непосредственно проживающего на территории муниципального образования. Для оценки предлагаются следующие критерии:

- доля лиц, обученных мерам пожарной безопасности (%);
- оценка населением уровня обеспечения пожарной безопасности территории муниципального образования (% от числа опрошенных);
- удовлетворенность населения деятельностью органов местного самоуправления в области обеспечения пожарной безопасности граждан (% от числа опрошенных).

Мнение населения может быть выяснено в результате опроса граждан, проведенного в соответствии с требованиями ст. 31 Федерального закона № 131-ФЗ [1].

Учитывая, что рассматриваемые вопросы волнуют не только ученых, но и практических работников, отметим, что ранее в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации № 794 “О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций” [11] в целях качественного проведения проверок и оценки деятельности Свердловской подсистемы РСЧС и ее звеньев на всех уровнях была разработана и утверждена приказом начальника гражданской обороны

Номер вопроса	Вопрос проверки	Критерии для оценки соответствия предъявляемым требованиям		
		Соответствует	Удовлетворяет	Не соответствует
1	Денежные средства, выделяемые на реализацию принимаемых в органах местного самоуправления программ “Пожарная безопасность”	От 70 до 100 %	От 40 до 70 %	Менее 40 %
2	Финансирование мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объектов жилищного фонда малообеспеченных слоев населения (ревизия и ремонт печного отопления, электропроводки и т. д.)	От 70 до 100 % от общего количества	От 40 до 70 % от общего количества	Менее 40 % от общего количества
3	Финансирование мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объектов социальной сферы, находящихся в ведении администрации МО (выполнение противопожарных мероприятий: монтаж и обслуживание систем автоматической пожарной защиты (АПЗ), электрооборудования, противопожарного водоснабжения, огнезащитная обработка сгораемых конструкций и т. д.)	От 70 до 100 % от общего количества	От 40 до 70 % от общего количества	Менее 40 % от общего количества
4	Финансирование мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объектов образования, находящихся в ведении администрации МО (выполнение противопожарных мероприятий: монтаж и обслуживание систем АПЗ, электрооборудования, противопожарного водоснабжения, огнезащитная обработка сгораемых конструкций и т. д.)	От 70 до 100 % от общего количества	От 40 до 70 % от общего количества	Менее 40 % от общего количества
5	Финансирование мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объектов здравоохранения, находящихся в ведении администрации МО (выполнение противопожарных мероприятий: монтаж и обслуживание систем АПЗ, электрооборудования, противопожарного водоснабжения, огнезащитная обработка сгораемых конструкций и т. д.)	От 70 до 100 % от общего количества	От 40 до 70 % от общего количества	Менее 40 % от общего количества
6	Доведение численности личного состава ГПС, содержащегося за счет средств местных бюджетов, до нормативной, установленной ст. 10 [5]	1 сотрудник ГПС на 650 жителей МО (нормативная)	1 сотрудник ГПС на 325 жителей МО	Менее 1 сотрудника ГПС на 325 жителей МО
7	Обеспечение квартирами сотрудников и работников ГПС, нуждающихся в улучшении жилищно-коммунальных условий в течение года	От общего числа сотрудников ГПС, нуждающихся в улучшении жилищно-коммунальных условий:		
		20 % и более	от 10 до 20 %	менее 10 %
8	Степень, в которой радиус выезда подразделений ГПС (в соответствии с нормативным — 3 км) обеспечивает обслуживание территории и объектов муниципального образования	100 %	50 %	Менее 50 %
9	Выделение средств на организацию и содержание подразделений ведомственной, добровольной пожарной охраны, находящихся в ведении администрации муниципального образования	От 70 до 100 % от общего количества	От 40 до 70 % от общего количества	Менее 40 % от общего количества
10	Количество пожаров на территории МО в сравнении со среднестатистическими показателями на 10 тыс. населения по области	Снизилось	Стабилизировалось	Увеличилось
11	Количество погибших на территории МО в результате пожаров в сравнении со среднестатистическими показателями на 10 тыс. населения по области	Снизилось	Стабилизировалось	Увеличилось
12	Количество травмированных на территории МО в результате пожаров в сравнении со среднестатистическими показателями на 10 тыс. населения по области	Снизилось	Стабилизировалось	Увеличилось

Номер вопроса	Вопрос проверки	Критерии для оценки соответствия предъявляемым требованиям		
		Соответствует	Удовлетворяет	Не соответствует
13	Размер материального ущерба на территории МО, причиненного в результате пожаров, в сравнении со среднестатистическими показателями на 10 тыс. населения по области	Снизился	Стабилизировался	Увеличился
14	Выполнение мероприятий по предписаниям Государственного пожарного надзора в учебных заведениях, находящихся в ведении администрации муниципального образования	От 70 до 100 % от общего количества	От 50 до 70 % от общего количества	Менее 50 % от общего количества
15	Выполнение мероприятий по предписаниям Государственного пожарного надзора на объектах социальной защиты населения, находящихся в ведении администрации муниципального образования	От 70 до 100 % от общего количества	От 50 до 70 % от общего количества	Менее 50 % от общего количества

Свердловской обл. от 23.03.2004 г. № 4-ПГО Методика оценки деятельности Свердловской подсистемы РСЧС в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и обеспечения пожарной безопасности (далее — Методика). Методика позволяла оценивать деятельность органов местного самоуправления Свердловской обл. по решению вопросов в области обеспечения пожарной безопасности в соответствии с требованиями Федерального закона № 69-ФЗ [5]. Вопросы проверок и критерии их оценки указаны в таблице.

Оценка деятельности органов местного самоуправления проводилась комплексно, каждый из указанных вопросов оценивался по трехбалльной шкале:

- соответствует предъявляемым требованиям — 3 балла;
- удовлетворяет предъявляемым требованиям — 2 балла;
- не соответствует предъявляемым требованиям — 1 балл.

Все данные по итогам оценки деятельности органов местного самоуправления в области обеспечения пожарной безопасности по каждому вопросу заносились в оценочную ведомость, выставлялся средний балл с учетом оценки каждого рассматриваемого вопроса.

Применение данной методики в оценке деятельности органов местного самоуправления в области обеспечения пожарной безопасности сегодня невозможно, поскольку некоторые вопросы проверки не соответствуют положениям современного законодательства. Так, нормативный показатель “одна единица личного состава Государственной противопожарной службы на каждые 650 человек населения”, установленный ст. 10 Федерального закона [5], утратил силу со вступлением в силу положений Федерального закона [12].

Положения ст. 8 Федерального закона [5], устанавливающие гарантии правовой и социальной защиты личного состава Государственной противопожарной службы в части, касающейся выделения личного состава ГПС органами местного самоуправления жилой площади в виде отдельной квартиры или дома по установленным действующим законодательством нормам, утратили силу.

Изменен показатель “Нормативный радиус выезда подразделений ГПС — 3 км”. Со вступлением в силу Федерального закона [4] согласно ст. 76 дислокация подразделений пожарной охраны на территориях поселений и городских округов определяется исходя из условия, что время прибытия первого подразделения к месту вызова в городских поселениях и городских округах не должно превышать 10 мин, а в сельских поселениях — 20 мин.

Отметим, что для проектируемых поселений (или их микрорайонов), а также для поселений, в которых отсутствуют пожарные части, определение мест дислокации подразделений пожарной охраны рекомендуется осуществлять в соответствии с СП 11.13130.2009 [13] (в ред. Приказа МЧС России от 09.12.2010 г. № 642 [14]).

Говоря об организации и содержании подразделений ведомственной и добровольной пожарной охраны (см. таблицу, вопрос № 9), отметим, что эти подразделения являлись видами муниципальной пожарной службы, организованной органами местного самоуправления для предупреждения и тушения пожаров на территории муниципального образования. Порядок ее организации устанавливался НПБ 202–96 [15].

В настоящее время согласно ст. 11.1 Федерального закона [5] органами местного самоуправления на территории муниципальных образований создается муниципальная пожарная охрана. При этом цели, задачи, порядок создания и организации деятельно-

сти муниципальной пожарной охраны, порядок ее взаимоотношений с другими видами пожарной охраны определяются органами местного самоуправления. Однако создание муниципальной пожарной охраны на территории муниципальных образований как компетенции органов местного самоуправления в законодательстве не закреплено.

Сегодня добровольная пожарная охрана — это социально ориентированные общественные объединения пожарной охраны, созданные по инициативе физических лиц и (или) юридических лиц — общественных объединений для участия в профилактике и (или) тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ (ст. 2 Федерального закона № 100-ФЗ “О добровольной пожарной охране” [16]).

Согласно ст. 5 Федерального закона [16] органы местного самоуправления обеспечивают соблюдение прав и законных интересов добровольных пожарных и общественных объединений пожарной охраны, предусматривают систему мер правовой и социальной защиты добровольных пожарных и оказывают поддержку при осуществлении ими своей деятельности в соответствии с законодательством Российской Федерации, законодательством субъектов Российской Федерации и муниципальными правовыми актами.

В связи с этим в качестве критериев оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления в области обеспечения пожарной безопасности разумно учитывать также:

- количество созданных органами местного самоуправления подразделений муниципальной пожарной охраны, их оснащенность современной пожарной техникой, противопожарным оборудованием, инвентарем и огнетушащими средствами, снабжение пожарных специальной одеждой и снаряжением;
- численность участвующих в действиях по тушению пожаров работников подразделений муниципальной пожарной охраны и наличие у них профессионального образования (профессиональной подготовки);
- количество построенных современных пожарных депо либо помещений, предоставленных для личного состава муниципальной пожарной охраны;
- выполнение нормативного времени прибытия первого подразделения к месту вызова согласно ст. 76 Федерального закона № 123-ФЗ [4];
- выполнение органами местного самоуправления обязательств в отношении добровольных пожар-

ных и общественных объединений пожарной охраны, предусмотренных ст. 5 Федерального закона [16].

Из формулировки вопросов проверки № 3–5, 9, 14, 15 (см. таблицу) и критериев их оценки следует, что оценивается работа только администрации муниципального образования. Методика не предусматривает оценку деятельности других органов местного самоуправления, перечисленных в ст. 34 Федерального закона № 131-ФЗ [1].

Рассматриваемая методика закрепляет, что в случае несоответствия проверяемого вопроса предъявляемым требованиям органу местного самоуправления присваивается 1 балл. По нашему мнению, если при оценке деятельности органов местного самоуправления установлено, что какой-то из критериев не соответствует предъявляемым требованиям, то этот показатель должен быть оценен количеством баллов со знаком “минус”.

Мониторинг эффективности деятельности органов местного самоуправления создает предпосылки для системного исследования результативности управления муниципальными образованиями, принятия решений и мер по дальнейшему совершенствованию муниципального управления, а также для поощрения муниципальных образований, достигших наилучших показателей, характеризующих конечные результаты их деятельности в области обеспечения пожарной безопасности на территории муниципального образования.

В целях повышения эффективности деятельности органов местного самоуправления, улучшения качества работы муниципальных служащих и повышения удовлетворенности населения качеством муниципальных услуг в области обеспечения пожарной безопасности их деятельность также может оцениваться с применением системы менеджмента качества (далее — СМК).

Наиболее развитой моделью СМК в деятельности органов местного самоуправления является Международное рабочее соглашение (International Workshop Agreement) IWA 4:2009 [17]. Внедрение СМК на основе международных стандартов серии ISO 9000 и рекомендаций IWA 4 представляет собой всемирно признанный механизм обеспечения качества предоставляемых услуг. Поэтому вопросы их внедрения в деятельность органов местного самоуправления в области обеспечения пожарной безопасности также являются актуальными и будут рассмотрены в следующих статьях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации : Федер. закон РФ от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ; принят Гос. Думой 16.09.2003 г.; одобр. Сов. Федерации 24.09.2003 г. // Собр. законодательства РФ. — 2003. — № 40, ст. 3822.

2. Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов : указ Президента РФ от 28.04.2008 г. № 607 // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 18, ст. 2003.
3. О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 “Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов” и подпункта “и” пункта 2 Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 601 “Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления” : постановление Правительства РФ от 17.12.2012 г. № 1317 // Собр. законодательства РФ. — 2012. — № 52, ст. 7490.
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон РФ от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобрен Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. 1), ст. 3579.
5. О пожарной безопасности : Федер. закон РФ от 21.12.94 г. № 69-ФЗ; принят Гос. Думой 18.11.94 г.; введен 26.12.94 г. // Собр. законодательства РФ. — 1994. — № 35, ст. 3649.
6. О федеральном государственном пожарном надзоре (с “Положением о федеральном государственном пожарном надзоре”) : постановление Правительства РФ от 12.04.2012 г. № 290 // Собр. законодательства РФ. — 2012. — № 17, ст. 1964.
7. Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности : утв. приказом МЧС России от 28.06.2012 г. № 375 // Российская газета. — 22.08.2012. — № 192.
8. Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий : приказ МЧС России от 21.11.2008 г. № 714 // Российская газета. — 17.12.2008. — № 257.
9. Пожарные риски. Вып. 1. Основные понятия / Под ред. Н. Н. Брушлинского. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. — 57 с.
10. Конституция Российской Федерации // Российская газета. — 25.12.93. — № 237; 21.01.2009. — № 7.
11. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций : постановление Правительства РФ от 30.12.2003 г. № 794 // Собр. законодательства РФ. — 2004. — № 2, ст. 121.
12. О внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Российской Федерации в связи с принятием федеральных законов “О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон “Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации” и “Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации” : Федер. закон РФ от 22.08.2004 г. № 122-ФЗ; принят Гос. Думой 05.08.2004 г. // Собр. законодательства РФ. — 2004. — № 35, ст. 3607.
13. СП 11.13130.2009. Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения : утв. приказом МЧС России от 25.03.2009 г. № 181. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
14. Об утверждении изменения № 1 к своду правил СП 11.13130.2009 “Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения”, утвержденному Приказом МЧС России от 25.03.2009 № 181 : приказ МЧС России от 09.12.2010 г. № 642 // Пожарная безопасность. — 2011. — № 1.
15. НПБ 202–96. Муниципальная пожарная служба. Общие требования : утв. главным государственным инспектором РФ по пожарному надзору; введен приказом ГУГПС МВД России от 29.11.96 г. № 60. — М. : ВНИИПО МВД России, 1997.
16. О добровольной пожарной охране : Федер. закон РФ от 06.05.2011 г. № 100-ФЗ; принят Гос. Думой 20.04.2011 г. // Собр. законодательства РФ. — 2011. — № 19, ст. 2717.
17. IWA 4:2009. Quality management systems — Guidelines for the application of ISO 9001:2008 in local government (Системы менеджмента качества. Руководство по применению ISO 9001:2008 в местных органах власти). URL : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:iwa:4:ed-2:v1:en> (дата обращения: 01.03.2014 г.).

Материал поступил в редакцию 17 марта 2014 г.

ON EFFICIENCY OF LOCAL GOVERNMENT INSTITUTIONS WORK IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

MAKARKIN S. V., Candidate of Law Sciences, Associate Professor, Head of Supervisory Activities Department, Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; e-mail address: mak_s@e1.ru)

VOROBYEVA E. P., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of Fire Safety in Construction Activities Department, Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; e-mail address: elena.vorobeva.55@mail.ru)

ABSTRACT

Techniques of valuation of efficiency of activity of local governments are obtained. The primary measures of fire safety, powers of bodies of local self-government in the field of fire safety are discussed. On the basis of the legislation of the Russian Federation there are proposed the criteria of estimation of efficiency of activity of local governments in the field of fire safety. It is proposed new fire risk, which characterize the number of injured as a result of fires. In order to improve the efficiency of activity of local self-government, improvement of municipal employees and raising of public satisfaction with the quality of municipal services in the sphere of fire security provision it is proposed implementation in the activity of the quality management system based on the international standards of series ISO 9000 and recommendations IWA 4.

Keywords: fire safety; local government institutions; local government institutions' power in the field of fire safety; primary measures of fire safety; matters of local significance; efficiency evaluation criteria of local government institutions work; quality management system.

REFERENCES

1. On general principles of organization of local government in the Russian Federation. Federal Law on 06.10.2003 No. 131. *Sobr. zakonodatelstva RF — Collection of Laws of Russian Federation*, 2003, no. 40, art. 3822 (in Russian).
2. About estimation of efficiency of activity of local government of city districts and municipal regions. Decree of Prezident of RF on 28.04.2008 no. 607. *Sobr. zakonodatelstva RF — Collection of Laws of Russian Federation*, 2008, no. 18, art. 2003 (in Russian).
3. About measures on realization of the decree of the President of the Russian Federation dated 28 April 2008, no. 607 "On the assessment of efficiency of activity of local government of city districts and municipal regions" and subparagraph and paragraph 2 of the decree of the President of the Russian Federation from May 7, 2012, no. 601 "On basic directions of improving the system of state management". *Sobr. zakonodatelstva RF — Collection of Laws of Russian Federation*, 2012, no. 52, art. 7490 (in Russian).
4. Technical regulations about requirements of fire safety. Federal Law on 22.07.2008 no. 123. *Sobr. zakonodatelstva RF — Collection of Laws of Russian Federation*, 2008, no. 30 (part 1), art. 3579 (in Russian).
5. About fire safety. Federal Law on 21.12.94 no. 69. *Sobr. zakonodatelstva RF — Collection of Laws of Russian Federation*, 1994, no. 35, art. 3649 (in Russian).
6. On the Federal state fire supervision (with "Provision on the Federal state fire supervision"). Order of the government of Russia on 12.04.2012 no. 290. *Sobr. zakonodatelstva RF — Collection of Laws of Russian Federation*, 2012, no. 17, art. 1964 (in Russian).
7. On approval of Administrative regulation of the Ministry of Russian Federation for civil defence, emergencies and elimination of consequences of natural disasters of the performance of the state supervision over compliance with fire safety. Order of Emercom of Russia on 28.06.2012 no. 375. *Rossiyskaya gazeta — Russian Newspaper*, 22.08.2012, no. 192 (in Russian).
8. On approval of procedure of registration of fires and their consequences. Order of Emercom of Russia on 21.11.2008 no. 714. *Rossiyskaya gazeta — Russian Newspaper*, 17.12.2008, no. 257 (in Russian).
9. Brushlinskiy N. N. (ed.) *Pozharnyye riski. Vyp. 1. Osnovnyye ponyatiya* [Fire risks. Vol. 1. Basic concepts]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2004. 57 p.

10. Russian Federation Constitution. *Rossiyskaya gazeta* — *Russian Newspaper*, 25.12.93 г., no. 237; 21.01.2009, no. 7 (in Russian).
11. On the unified state system of prevention and liquidation of emergency situations. Order of the government of Russia on 30.12.2003 no. 794. *Sobr. zakonodatelstva RF* — *Collection of Laws of Russian Federation*, 2004, no. 2, art. 121 (in Russian).
12. On introducing changes in legislative acts of the Russian Federation and invalidating certain legislative acts of the Russian Federation in connection with adoption of the Federal laws “On amendments and additions to the Federal law “On General principles of organization of legislative (representative) and Executive state authorities of subjects of the Russian Federation” and “On General principles of organization of local government in Russian Federation”. Federal Law on 22.08.2004 no. 122. *Sobr. zakonodatelstva RF* — *Collection of Laws of Russian Federation*, 2004, no. 35, art. 3607 (in Russian).
13. *Set of Rules 11.13130.2009. Locations of fire departments. The procedure and methodology for determining*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009 (in Russian).
14. Approval of the amendments No. 1 to the rulebook SR 11.13130.2009 “Locations of fire departments. The procedure and methodology for determining” approved by the Order of Emercom of Russia 25.03.2009 No. 181]: Order of Emercom on 09.12.2010 No. 642. *Pozharnaya bezopasnost* — *Fire Safety*, 2011, no. 1 (in Russian).
15. *Fire protection standards 202–96. The municipal fire department. General requirements*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of the Interior of Russia, 1997 (in Russian).
16. On volunteer fire-fighting. Federal Law on 06.05.2011 no. 100. *Sobr. zakonodatelstva RF* — *Collection of Laws of Russian Federation*, 2011, no. 19, art. 2717 (in Russian).
17. *IWA 4:2009. Quality management systems — Guidelines for the application of ISO 9001:2008 in local government*. Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:iwa:4:ed-2:v1:en> (Accessed 1 March 2014).



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу

А. А. Антоненко, Т. А. Буцынская, А. Н. Членов.
ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ : учебно-справочное пособие
 / Под общ. ред. д-ра техн. наук А. Н. Членова. —
 М. : ООО “Издательство “Пожнаука”, 2010. — 210 с.



В учебно-справочном пособии изложены основы современного подхода к проблеме комплексного обеспечения безопасности объектов хозяйствования с помощью технических средств и систем; приведены сведения о технической эксплуатации комплексных систем безопасности, а также справочно-методическая информация для решения практических задач по эксплуатации. Дано основное содержание эксклюзивной разработки — ГОСТ Р 53704–2009 “Системы безопасности комплексные и интегрированные”, входящего в отраслевой комплект нормативно-технической документации по данной проблеме.

Книга предназначена для практических работников в области систем безопасности и может быть использована как учебное пособие для подготовки и повышения квалификации специалистов соответствующего профиля.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru

В. В. СМЕРНОВ, преподаватель Уральского института ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22); аспирант научно-инженерного центра "Надежность и ресурс больших систем и машин" УрО РАН (Россия, 620049, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 54а; e-mail: s_vitaly2006@list.ru)

С. Г. АЛЕКСЕЕВ, канд. хим. наук, доцент, чл.-корр. ВАН КБ, старший научный сотрудник научно-инженерного центра "Надежность и ресурс больших систем и машин" УрО РАН (Россия, 620049, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 54а); старший научный сотрудник Уральского института ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; e-mail: Alexshome@mail.ru)

Н. М. БАРБИН, д-р техн. наук, канд. хим. наук, заведующий кафедрой химии Уральского государственного аграрного университета (Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42); старший научный сотрудник Уральского института ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; e-mail: NMBarbin@mail.ru)

Л. О. ЖИВОТИНСКАЯ, научный сотрудник Уральского института ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; e-mail: milamail@bk.ru)

УДК 614.841.41:547.269.1

СВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ С ХИМИЧЕСКИМ СТРОЕНИЕМ. XIII. ТИОСПИРТЫ

Изучена взаимосвязь химического строения и пожароопасных свойств в ряду алкилтиолов. Показано, что для этих соединений удовлетворительно работает углеродное правило, которое позволяет прогнозировать их физико-химические и пожароопасные показатели. Предложены эмпирические уравнения для расчета показателя преломления ($n_D = 1,499 - 0,109/\ln N_C + 0,42/N_C^{1,5} - 0,368 \ln N_C/N_C^2$), температуры кипения ($T_{кип} = 245,4 - 0,74N_C^2 + 34,1N_C$; $T_{кип} = 224,9 + 17,1\beta^{1,5} - 4,65\beta^2 + 0,37\beta^{2,5}$; $T_{кип} = 88,95 + 466,93/C_{ctx}^{0,5}$), критического давления ($P_{кр} = 70,25 - 21,9 \ln N_C$), температуры вспышки ($T_{всп} = 0,021 (T_{кип})^{1,5} + 122,59$; $T_{всп} = 205,24 - 0,26N_C^2 + 18,76N_C$; $T_{всп} = 347,9 + 0,6\beta^2 - 0,08\beta^{2,5} - 347,3 \ln \beta/\beta$; $T_{всп} = 88,95 + 466,93/C_{ctx}^{0,5}$; $T_{всп} = 0,168 T_{кип} + 11,03N_C + 170$) и нижнего концентрационного предела воспламенения ($C_H = 4,44N_C^{-0,83}$). Для алкилмеркаптанов линейного строения N_C — количество атомов углерода; $\beta = N_C + N_S + N_H/4$, где N_S , N_H — количество атомов серы и водорода соответственно; C_{ctx} — стехиометрическая концентрация. Для соединений изостроения N_C равен условной углеродной цепи, определяемой в соответствии с правилом углеродной цепи, β^* — псевдокоэффициент, $\beta^* = УУЦ + N_S + (2УУЦ + 2)/4$, C_{ctx}^* — псевдостехиометрическая концентрация.

Ключевые слова: алкилтиол; тиоспирт; алкилмеркаптан; температура вспышки; зависимость; прогноз; хемоинформатика.

На почве повсеместного внедрения компьютерной техники и технологий методы прогнозирования в настоящее время бурно развиваются. Изучение количественной взаимосвязи *структура — свойство* (QSPR — Quantitative Structure – Property Relationship) привлекает внимание многих ученых из различных уголков земного шара. Это направление научных исследований даже получило свое название — хемоинформатика (Cheminformatics), так как предусматривает использование методов информатики для решения химических проблем. Она применяется для прогнозирования физических, химических и биологических свойств соединений и материалов, поиска новых лекарственных препаратов, анализа спектральной информации, предсказания хода химических реакций, планирования органического синтеза и т. п. QSPR-исследования проводятся так-

же в области пожарной безопасности. Одним из любимых объектов изучения является температура вспышки [1–25]. Это объясняется тем, что база данных по этому показателю пожаровзрывоопасности обширна и доступна не только из литературных источников пожарно-технической направленности [26].

Алкилтиолы (тиоспирты, алкилмеркаптаны) R–SH — простейшие представители органических серосодержащих соединений, которые широко используются в органическом синтезе и играют большую роль в биохимии клетки. Во многих странах занимаются изучением методов их синтеза, реакционной способности, физико-химических, биологических, пожароопасных и других свойств [27]. Низшие представители алкилтиолов обладают сильным неприятным запахом. Это свойство используется для обеспечения взрывобезопасности гражданских

Таблица 1. Справочные и расчетные физико-химические и пожароопасные свойства линейных алкилтиолов

Алкилтиол	Номер соединения (ОУЦ)	$H_{\text{пар}}$, кДж/моль	n_D	$P_{\text{кр}}$, атм	Температура, К			C_H , % (об.)
					$T_{\text{кип}}$	$T_{\text{кр}}$	$T_{\text{всп}}$	
CH ₃ SH	2 (1)	23,8 ^p	1,436	71,1	272 ^p	470	224 ^p	3,9
		23,8		71,4	279	470	224	
		23,1		70,3	279		255	
					278		224	
							225	
							228	
							2202	
C ₂ H ₅ SH	1 (2)	26,79 ^p	1,4278	54,2	308 ^p	499	252 ^p	2,8
		27,5	1,4365	55,1	308	500	228	2,9*
		28,4	1,426	58,4*	310	502*	253	
		28,4*			311		242	
					310		241	
					308		244	
					310*		236	
							227	
							240*	
C ₃ H ₇ SH	3 (3)	29,54 ^p	1,4353	45,7	341 ^p	537	253 ^p	1,8
		32,1	1,438	45,4	341	530	253	1,8
		32,9	1,436	46,2	340	532	259	2,1*
		32,1*	1,437*	46,6*	341	531*	259	
					340		260	
					340*		254	
							257*	
C ₄ H ₉ SH	4 (4)	46,3 ^p	1,4401	38,9	371 ^p	563	289 ^p	1,4
		32,2	1,443	39,9	371	565	285	1,4
		36,7	1,441	40,1*	370	564*	275	1,5*
		36,8*	1,441*		372		276	
					371		273	
					370*		279	
							274*	
C ₅ H ₁₁ SH	5 (5)	34,9 ^p	1,4439	34,5	399 ^p	594	291 ^p	1,2
		41,4	1,446	35,0	400	596	291	1,2*
		39,9	1,445	35,3*	399	594*	293	
		39,7*	1,446*		397		292	
					400		291	
					398*		294	
							297*	
C ₆ H ₁₃ SH	6 (6)	37,3 ^p	1,4496	33,0	425 ^p	627	294 ^p	0,4
		42,5	1,45	30,4	425	623	293	1,0
		43,1*	1,448	31,0	426	625	306	1,1*
			1,449*		423		311	
					423		308	
					426		307	
					424*		304*	
C ₇ H ₁₅ SH	7 (7)	39,6 ^p	1,4521	27,6	450 ^p	650	319 ^p	0,9
		44,7	1,452	28,3*	449		319	0,9
		44,3*	1,451		446		314	0,9*
			1,451*		448		324	
					451		322	
					450		323	
					449*		320	
							325*	
C ₈ H ₁₇ SH	8 (8)	41,7 ^p	1,454	24,9	472 ^p	667	342 ^p	0,8
		45,4	1,452	24,7	472	670	341	0,8
		46,4	1,453		473		339	0,8*
		46,3*	1,453*		471		337	
					473		338	
					470*		339	
							334*	

Окончание табл. 1

Алкилтиол	Номер соединения (ОУЦ)	$H_{\text{пар}},$ кДж/моль	n_D	$P_{\text{кр}},$ атм	Температура, К			$C_n, \%$ (об.)
					$T_{\text{кип}}$	$T_{\text{кр}}$	$T_{\text{всп}}$	
$C_9H_{19}SH$	9 (9)	43,8 ^p	1,4548	22,8	493 ^p	681	352 ^p	0,7
		48,2	1,455	22,1	493	683	351	0,7
		47,9	1,455		492		353	0,7*
		47,3*	1,455*		494		350	
							352	
$C_{10}H_{21}SH$	10 (10)	45,7 ^p	1,451		513 ^p		371 ^p	0,6
		49,1	1,457		513		368	0,7
		49,2*	1,456		512		371	0,6*
			1,457*		514		367	
					510		364	
$C_{11}H_{23}SH$	11 (11)	47,6 ^p	1,4585		531 ^p		367 ^p	0,6
		50,1	1,459		533		382	0,6
		50,1*	1,458		531		378	0,6*
			1,458*		533		380	
					528		377	
$C_{12}H_{25}SH$	12 (12)	49,3 ^p	1,464		548 ^p		361 ^p	0,6
		51,1	1,459		539		360	0,6*
		51,6*	1,459		548		393	
			1,460*		550		393	
					544		389	
$C_{13}H_{27}SH$	13 (13)	50,98 ^p	1,460		565 ^p		386 ^p	
		52			564		405	
					563		400	
					568		404	
$C_{14}H_{29}SH$	14 (14)	52,6 ^p	1,46		580 ^p		394 ^p	0,5
		53,0	1,461		578		417	0,5*
		53,3*	1,461*		584		411	
					576			
					574*			
$C_{15}H_{31}SH$	15 (15)	54,08 ^p	1,462		595 ^p		402 ^p	
		54,2			590		428	
					601		422	
					595		429	
$C_{16}H_{33}SH$	16 (16)	55,5 ^p	1,463		608 ^p		400 ^p	0,4
		55,5	1,462		608		372	0,5*
		55,6	1,462		602		375	
			1,462*		618		439	
					607		431	
$C_{17}H_{35}SH$	17 (17)	56,91 ^p	1,463		708 ^p		453 ^p	
		57,3					449	
							440	
							451	
$C_{18}H_{37}SH$	18 (18)	58,2 ^p	1,4645		634 ^p		458 ^p	0,4
			1,464				458	
			1,464*				459	
							448	

Примечания: 1. Для C_n приведены литературные данные при 373 К.

2. Жирным шрифтом выделены значения, которые не учитывались при выводе формул, курсивом — расчетные значения.

3. “*” обозначены данные, полученные по правилу углеродной цепи, “p” — данные из базы данных “ChemSpider” [33], полученные расчетом в программе “ACD/Lab”.

Таблица 2. Уравнения для прогнозирования физико-химических и пожароопасных свойств алкилтиолов (1)–(18)

Показатель	Уравнение	Номер уравнения	r^2	Область применения
$T_{\text{кип}}, \text{K}$	$T_{\text{кип}} = 245,4 - 0,74N_{\text{C}}^2 + 34,1N_{\text{C}}$	(3)	0,999	$1 \leq N_{\text{C}} \leq 16$
n_D	$n_D = 1,499 - \frac{0,109}{\ln N_{\text{C}}} + \frac{0,42}{N_{\text{C}}^{1,5}} - \frac{0,368 \ln N_{\text{C}}}{N_{\text{C}}^2}$	(4)	0,990	$2 \leq N_{\text{C}} \leq 18$
$T_{\text{всп}}, \text{K}$	$T_{\text{всп}} = 205,24 - 0,26N_{\text{C}}^2 + 18,76N_{\text{C}}$	(5)	0,991	$1 \leq N_{\text{C}} \leq 18$
$C_{\text{H}}, \%$ (об.)	$C_{\text{H}} = 4,441N_{\text{C}}^{-0,83}$	(6)	0,994	$3 \leq N_{\text{C}} \leq 18$
$T_{\text{кр}}, \text{K}$	$T_{\text{кр}} = 442,45 - 0,23N_{\text{C}}^3 + 2,24N_{\text{C}}^2 + 25,25N_{\text{C}}$	(7)	0,992	$1 \leq N_{\text{C}} \leq 9$
$P_{\text{кр}}, \text{атм}$	$P_{\text{кр}} = 70,25 - 21,9 \ln N_{\text{C}}$	(8)	0,996	$1 \leq N_{\text{C}} \leq 9$
$T_{\text{кип}}, \text{K}$	$T_{\text{кип}} = 224,9 + 17,1\beta^{1,5} - 4,65\beta^2 + 0,37\beta^{2,5}$	(9)	0,999	$1 \leq N_{\text{C}} \leq 16$
$T_{\text{всп}}, \text{K}$	$T_{\text{всп}} = 347,9 + 0,6\beta^2 - 0,08\beta^{2,5} - \frac{347,3 \ln \beta}{\beta}$	(10)	0,991	$1 \leq N_{\text{C}} \leq 18$
$T_{\text{кип}}, \text{K}$	$T_{\text{кип}} = 88,95 + 466,93/C_{\text{стх}}^{0,5}$	(11)	0,998	$1 \leq N_{\text{C}} \leq 16$
$T_{\text{всп}}, \text{K}$	$T_{\text{всп}} = (11,4 + 8,6/C_{\text{стх}}^{0,5})^2$	(12)	0,993	$2 \leq N_{\text{C}} \leq 18$
$T_{\text{всп}}, \text{K}$	$T_{\text{всп}} = 0,168T_{\text{кип}} + 11,03N_{\text{C}} + 170$	(13)	0,991	$1 \leq N_{\text{C}} \leq 18$
$H_{\text{пар}}, \text{кДж/кг}$	$H_{\text{пар}} = 0,0131N_{\text{C}}^3 - 0,474N_{\text{C}}^2 + 6,65N_{\text{C}} + 16,872$	(14)	0,993	$1 \leq N_{\text{C}} \leq 18$

и промышленных объектов. Так, этантиол (1) применяется для одоризации природного и бытовых газов, что облегчает обнаружение их утечки.

В табл. 1 приведены исходные данные для QSPR-исследования меркаптанов (1)–(18), взятые из электронных баз данных, справочной литературы [28–33] и ирано-малазийской работы [34].

В 1993 г. для прогнозирования температуры вспышки алкилтиолов предложен вариант модифицированного уравнения Орманди–Крэвена (Ormandy–Craven) (1) [35]. На основании обработки данных табл. 1 установлено, что зависимость температуры вспышки от температуры кипения алкилмеркаптанов (1)–(18) носит нелинейный характер и описывается зависимостью (2)¹. Найдено, что уравнение (2) работает в диапазоне C_1 – C_{16} :

$$t_{\text{всп}} = 0,69t_{\text{кип}} - 68,9; \quad (1)$$

$$T_{\text{всп}} = 0,021(T_{\text{кип}})^{1,5} + 122,59 \quad (r^2 = 0,991). \quad (2)$$

Для сравнения в табл. 1 представлены расчетные значения температуры вспышки алкилтиолов, которые получены по модифицированному методу Батлера (Butler) [36] и взяты из базы данных химической поисковой системы “ChemSpider” [33]. Модифицированный метод Батлера можно рассматривать как глубокую модернизацию подхода Орманди–Крэвена. Результаты расчетов температуры вспышки алкилтиолов (1)–(18) также подтвержда-

ют наш вывод о нелинейной зависимости температуры вспышки от температуры кипения тиоспиртов (1)–(18).

На основании обработки экспериментальных значений показателей физико-химических и пожароопасных свойств, приведенных в табл. 1, с помощью программ “М. Excel” и “TableCurve 2D” (версия 5.01) получены эмпирические зависимости (2)–(14), представленные в табл. 2. Прогноз по уравнениям (2)–(14) и правилу углеродной цепи [14–25] также показан в табл. 1. Для сравнения даны результаты расчетов теплоты парообразования $H_{\text{пар}}$, температур кипения $T_{\text{кип}}$ и вспышки $T_{\text{всп}}$ с использованием программного комплекса “ACD/Lab”.

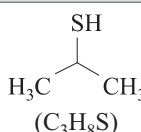
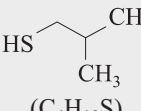
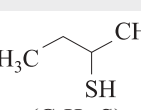
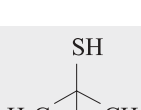
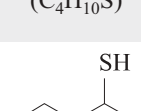
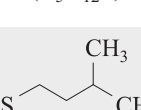
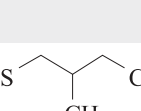
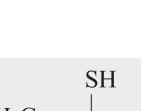
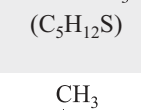
Из табл. 1 видно, что применение формул (2)–(14) и правила углеродной цепи позволяет с приемлемой точностью предсказывать физико-химические и пожароопасные свойства алкилмеркаптанов (1)–(18). В ряде случаев прогнозы по предлагаемым нами методам дают лучшие результаты, чем программа “ACD/Lab”.

В табл. 3 приведены справочные данные по физико-химическим и пожароопасным свойствам алкилтиолов изостроения [28–33], а также прогноз этих показателей по уравнениям (2)–(14), правилу углеродной цепи [14–25] и методам программы “ACD/Lab” [33]. В случае применения формул (2)–(14) вместо N_{C} , β и $C_{\text{стх}}$ подставлялись значения условной углеродной цепи (УУЦ)², псевдостехиометри-

¹ По умолчанию температура, обозначенная t , приводится в °C, T — в K.

² Способы определения УУЦ описаны в работах [14–25].

Таблица 3. Справочные и расчетные физико-химические и пожароопасные свойства алкилтиолов изостроения

Структурная формула (брутто-формула)	Номер соединения (УУЦ)	$H_{\text{пар}}$, кДж/моль	n_D	$P_{\text{кр}}$, атм	Температура, К			C_H , % (об.)
					$T_{\text{кип}}$	$T_{\text{всп}}$	$T_{\text{кр}}$	
 (C ₃ H ₈ S)	19 (2,5)	27,91 ^p 27,9 30,7 29,8*	1,4255 1,432 1,434*	49 47 46,2 46,6*	332 ^p 330 326 326 324 325*	255 ^p 239 251 250 245 242*	544 516 516*	1,8 1,8 2,1*
 (C ₄ H ₁₀ S)	20 (3,5)	31,01 ^p 31 34,9	1,436 1,4386 1,4385 1,439 1,439*	41 40,1*	360 ^p 362 361 356 357 356*	264 ^p 264 263 268 270 271*	559 548 548*	1,4 1,4 1,5*
 (C ₄ H ₁₀ S)	21 (3,5)	30,59 ^p 34,9	1,4338 1,436 1,439 1,439*	40 39,9 40,1*	360 ^p 358 356 357 356*	294 ^p 250 264 268 270 271*	554 548 548 548*	1,7 1,4 1,4 1,5*
 (C ₄ H ₁₀ S)	22 (3)	28,45 ^p 28,5 32,9	1,4200 1,4198 1,423 1,436 1,437*	39,5 39,9 40,1*	340 ^p 337 335 341 340 340*	249 ^p 250 247 249 259 257*	530 532 531*	1,4 1,4 1,5*
 (C ₅ H ₁₂ S)	23 (4,5)	33,86 ^p 38,4	1,4412 1,443 1,443*	35,0 35,3*	388 ^p 386 384 386 385*	288 ^p 288 284 287 288*	580 579*	1,2 1,2*
 (C ₅ H ₁₂ S)	24 (4,5)	33,9 ^p 33,9 38,4	1,4418 1,447 1,443 1,443*	35,0 35,3*	388 ^p 391 389 384 386 385*	291 ^p 292 289 284 287 288*	580 579*	1,2 1,2*
 (C ₅ H ₁₂ S)	25 (4,5)	33,9 ^p 36,5 38,4	1,4477 1,447 1,443 1,443*	35,0 35,3*	388 ^p 391 389 384 386 385*	293 ^p 292 284 287 288*	580 579*	1,2 1,2*
 (C ₅ H ₁₂ S)	26 (4)	32,22 ^p 32,2 36,7 36,8*	1,4385 1,441 1,441*	35,0 35,3*	370 ^p 372 370 372 371 370*	272 ^p 272 276 279 274*	565 564*	1,2 1,2*
 (C ₅ H ₁₂ S)	27 (4)	32,9 ^p 36,7 36,8*	1,444 1,441 1,441*	35,0 35,3*	377 ^p 383 382 370 372 371 370*	282 ^p 288 276 279 274*	565 564*	1,2 1,2*

Структурная формула (брутто-формула)	Номер соединения (УУЦ)	$H_{\text{пар}}^*$, кДж/моль	n_D	$P_{\text{кр}}$, атм	Температура, К			C_n , % (об.)
					$T_{\text{кип}}$	$T_{\text{всп}}$	$T_{\text{кр}}$	
 $(C_8H_{18}S)$	28 (6)	37,11 ^P 42,5	1,448 1,449*	24,7	423 ^P 448 423 426 424*	308 ^P 308 308 304*	625	0,8 0,8*
 $(C_8H_{18}S)$	29 (7)	39,27 ^P 44,7	1,451 1,451*	24,7	446 ^P 448 448 451 450 449*	320 ^P 324 322 322 325*	650	0,8 0,8*

Примечания: 1. Для C_n приведены литературные данные при 373 К.
2. Курсивом выделены значения, полученные по формулам (2)–(14).
3. “*” обозначены данные, полученные по правилу углеродной цепи, “P” — данные из базы данных “ChemSpider” [33], полученные по методам “ACD/Lab”.
4. При прогнозировании $P_{\text{кр}}$ и C_n расчет выполнен не по УУЦ, а по ОУЦ или N_C .

ческого коэффициента β^* и псевдостехиометрической концентрации $C_{\text{стх}}^*$:

$$\beta^* = \text{УУЦ} + 1 + \frac{\text{УУЦ} \cdot 2 + 2}{4};$$

$$C_{\text{стх}}^* = \frac{100}{1 + 4,76\beta^*}.$$

Из табл. 3 видно, что предлагаемые уравнения и правило углеродной цепи дают удовлетворительные прогнозы свойств алкилтиолов изостроения (19)–(29), за исключением теплоты парообразования.

Свойство функциональной группы, рассмотренное в работах [14–25], проявляется и у алкилтиолов. Продемонстрируем это на примерах. Так, перемещение метильной группы вдоль углеводородной цепи молекулы тиоспиртов не приводит к существенно изменению их физико-химических и пожароопасных свойств (табл. 4).

В заключение отметим, что найденные эмпирические уравнения (2)–(14) и правило углеродной цепи могут быть использованы для прогнозирования

Таблица 4. Пример действия свойства функциональной группы в ряду тиоспиртов

Тиол	$T_{\text{кип}}$, К	n_D	$T_{\text{всп}}$, К
 23	386	1,441	288
 25	391 389	1,448 1,447	292
 24	391 389	1,442 1,447	292 289

неизвестных физико-химических параметров и показателей пожарной опасности алкилтиолов, а также для выявления ошибок в экспериментальных данных в этом ряду соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vidal M., Rogers W. J., Holste J. C., Mannan M. S. A review of estimation methods for flash points and flammability limits // Process Safety Progress. — 2004. — Vol. 23, No. 1. — P. 47–55. doi: 10.1002/prs.10004.
2. Liu X., Liu Z. Research progress on flash point prediction // Journal of Chemical & Engineering Data. — 2010. — Vol. 55, No. 9. — P. 2943–2950. doi: 10.1021/jc1003143.
3. Catoire L., Naudet V. A unique equation to estimate flash points of selected pure liquids and application to the correction of probably erroneous flash point values // Journal of Physical and Chemical Reference Data. — 2004. — Vol. 33, No. 4. — P. 1083–1111. doi: 10.1063/1.1835321.
4. Рудаков О. Б., Калач А. В., Черепашин А. М., Исаев А. А. Пожарная опасность бинарных органических растворителей для жидкостной хроматографии // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20, № 8. — С. 9–11.

5. Рудаков О. Б., Черепяхин А. М., Исаев А. А., Рудакова Л. В., Калач А. В. Температура вспышки бинарных растворителей для жидкостной хроматографии // Конденсированные среды и межфазные границы. — 2011. — Т. 13, № 2. — С. 191–195.
6. Калач А. В., Карташова Т. В., Сорокина Ю. Н., Облиенко М. В. Прогнозирование пожароопасных свойств органических соединений с применением дескрипторов // Пожарная безопасность. — 2013, № 1. — С. 70–73.
7. Калач А. В., Сорокина Ю. Н., Карташова Т. В., Спичкин Ю. В. Оценка пожароопасных свойств органических соединений с применением дескрипторов // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 1. — С. 18–22.
8. Калач А. В., Карташова Т. В., Сорокина Ю. Н. Применение дескрипторов при прогнозировании пожароопасных свойств фармацевтических препаратов // Пожарная безопасность. — 2013. — № 3. — С. 105–108.
9. Калач А. В., Сорокина Ю. Н., Карташова Т. В., Спичкин Ю. В. Применение метода расчета дескрипторов при прогнозировании температуры вспышки органических соединений // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. — 2012. — № 4(28). — С. 136–141.
10. Сорокина Ю. Н., Черникова Т. В., Калач А. В., Калач Е. В., Пищальников А. В. Влияние структуры молекулы на показатели пожароопасности азотсодержащих органических веществ // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 11. — С. 12–16.
11. Алексеев С. Г., Смирнов В. В., Барбин Н. М. Температура вспышки. Часть II. Расчет через давление насыщенного пара // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 10. — С. 21–35.
12. Алексеев С. Г., Смирнов В. В., Алексеев К. С., Барбин Н. М. Температура вспышки. Часть III. Расчет через температуру кипения // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23, № 3. — С. 30–43.
13. Алексеев С. Г., Смирнов В. В., Алексеев К. С., Барбин Н. М. Температура вспышки. Часть IV. Дескрипторный метод расчета // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23, № 5. — С. 18–37.
14. Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Алексеев К. С., Орлов С. А. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. I. Алканоламы // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — Т. 19, № 5. — С. 23–30.
15. Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Алексеев К. С., Орлов С. А. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. II. Кетоны (часть 1) // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20, № 6. — С. 8–15.
16. Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Алексеев К. С., Орлов С. А. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. III. Кетоны (часть 2) // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20, № 7. — С. 8–13.
17. Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Алексеев К. С., Орлов С. А. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. IV. Простые эфиры // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20, № 9. — С. 9–16.
18. Алексеев К. С., Барбин Н. М., Алексеев С. Г. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. V. Карбоновые кислоты // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 7. — С. 35–46.
19. Алексеев К. С., Барбин Н. М., Алексеев С. Г. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. VI. Альдегиды // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 9. — С. 29–37.
20. Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Смирнов В. В. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. VII. Нитроалканы // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 12. — С. 22–24.
21. Алексеев С. Г., Алексеев К. С., Барбин Н. М. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. VIII. Сложные эфиры (часть 1) // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 1. — С. 31–57.
22. Смирнов В. В., Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Животинская Л. О. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. IX. Хлоралканы // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 4. — С. 13–21.
23. Алексеев С. Г., Алексеев К. С., Животинская Л. О., Барбин Н. М. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. X. Сложные эфиры (часть 2) // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 5. — С. 9–19.
24. Смирнов В. В., Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Калач А. В. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. XI. Галогеналканы // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 8. — С. 25–37.
25. Алексеев С. Г., Мавлютова Л. К., Алексеев К. С., Барбин Н. М. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. XII. Алкилбензолы и диалкилбензолы // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23, № 6. — С. 38–46.

26. Алексеев С. Г., Смирнов В. В., Барбин Н. М. Температура вспышки. Часть I. История вопроса, дефиниции, методы экспериментального определения // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 5. — С. 35–41.
27. Общая органическая химия / Под ред. Д. Бартона, У. Д. Оллиса. Т. 5. Соединения фосфора и серы / Под ред. И. О. Сазерленда, Д. Н. Джонса; пер. с англ. / Под ред. Н. К. Кочеткова, Э. Е. Нифантьева. — М.: Химия, 1983. — С. 130.
28. База данных DIPPR 801 [Электронный ресурс]. URL : <http://dippr.byu.edu/public/chemsearch.asp> (дата обращения: 10.10–19.11.2013 г.).
29. Сайт компании Sigma-Aldrich. URL : <http://www.sigmaaldrich.com/catalog> (дата обращения: 15.11.2013 г.).
30. База данных университета Akron. URL : <http://ull.chemistry.uakron.edu/erd/> (дата обращения: 14.11.2013 г.).
31. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник : в 2 ч. — М.: Пожнаука, 2004. — Ч. 1. — 713 с.
32. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник : в 2 ч. — М.: Пожнаука, 2004. — Ч. 2. — 774 с.
33. База данных "ChemSpider" [Электронный ресурс]. URL : <http://www.chemspider.com> (дата обращения: 01–10.12.2013 г.).
34. Bagheri M., Borhani T. N. G., Zahedi G. Estimation of flash point and autoignition temperature of organic sulfur chemicals // Energy Conversion and Management. — 2012. — Vol. 58. — P. 185–196. doi: 10.1016/j.enconman.2012.01.014.
35. Möller W., Schulz P., Redeker T. Verfahren zur abschätzung des flammpunkts und der unteren explosion-sgrenze // PTB-Bericht / W:55. — Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, 1993. — 64 s. Цит. по [37].
36. Lyman W. J., Reehl W. F., Rosenblatt D. H. Handbook of chemical property estimation methods. — Washington : American Chemical Society, 1990. — 960 p.
37. Rowley J. Flammability limits, flash points, and their consanguinity: critical analysis, experimental exploration, and prediction : dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy. — Brigham Young University, 2010. — 261 p.

Материал поступил в редакцию 26 декабря 2013 г.

English

CORRELATION OF FIRE HAZARD CHARACTERISTICS WITH CHEMICAL STRUCTURE. XIII. ALKYLTHIOLS

SMIRNOV V. V., Lecturer of the Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation); Postgraduate Student of Science and Engineering Centre "Reliability and Safety of Large Systems" of Ural Branch of Russian Academy of Sciences (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; e-mail address: s_vitaly2006@list.ru)

ALEXEEV S. G., Candidate of Chemistry Sciences, Associate Professor, Corresponding Member of WASCS, Senior Researcher of Science and Engineering Centre "Reliability and Safety of Large Systems" of Ural Branch of Russian Academy of Sciences (Studencheskaya St., 54a, Yekaterinburg, 620049, Russian Federation); Senior Researcher of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; e-mail address: Alexshome@mail.ru)

BARBIN N. M., Doctor of Technical Sciences, Head of Chemistry Department, Ural State Agrarian University (Karla Libknekhta St., 42, Yekaterinburg, 620075, Russian Federation); Senior Researcher, Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russia; e-mail address: NMBarbin@mail.ru)

ZHIVOTINSKAYA L. O., Researcher of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; e-mail address: milamail@bk.ru)

ABSTRACT

The correlation of chemical structure and fire-dangerous properties is studied in number of thioalkanes. It is shown, that for these compounds the carbon rule which allows to predict their physico-

chemical and fire-dangerous properties well works. The empirical equations of calculation are offered for refraction index ($n_D = 1,499 - 0,109/\ln N_C + 0,42/N_C^{1,5} - 0,368\ln N_C/N_C^2$), boiling point ($BP(K) = 245,4 - 0,74N_C^2 + 34,1N_C$; $BP(K) = 224,9 + 17,1\beta^{1,5} - 4,65\beta^2 + 0,37\beta^{2,5}$; $BP(K) = 88,95 + 466,93/C_s^{0,5}$), critical pressure ($P_c(\text{atm}) = 70,25 - 21,9 \ln N_C$), flash point ($FP(K) = 0,021[BP(K)]^{1,5} + 122,59$; $FP(K) = 205,24 - 0,26N_C^2 + 18,76N_C$; $FP(K) = 347,9 + 0,6\beta^2 - 0,08\beta^{2,5} - 347,3 \ln \beta/\beta$; $FP(K) = 88,95 + 466,93/C_s^{0,5}$; $FP(K) = 0,168BP(K) + 11,03N_C + 170$) and lower flammability limit ($LFL(\%) = 4,44N_C^{-0,83}$). For normal thioalkanes N_C is number of carbon atoms; $\beta = N_C + N_S + N_H/4$, where N_S , N_H — number of sulfur and hydrogen atoms respectively; C_s — stoichiometric concentration. For isomeric compounds N_C is the conditional carbon chain (CCC), determined in accordance with carbon rule, β^* — pseudofactor, $\beta^* = CCC + N_S + (2CCC + 2)/4$, C_s^* — pseudo-stoichiometric concentration.

Keywords: alkylthiol; thioalcohols; alkylmercaptan; flashpoint; dependence; prediction; chemoinformatics.

REFERENCES

1. Vidal M., Rogers W. J., Holste J. C., Mannan M. S. A review of estimation methods for flash points and flammability limits. *Process Safety Progress*, 2004, vol. 23, no. 1, pp. 47–55. doi: 10.1002/prs.10004.
2. Liu X., Liu Z. Research progress on flash point prediction. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 2010, vol. 55, no. 9, pp. 2943–2950. doi: 10.1021/jc1003143.
3. Catoire L., Naudet V. A unique equation to estimate flash points of selected pure liquids and application to the correction of probably erroneous flash point values. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, 2004, vol. 33, no. 4, pp. 1083–1111. doi: 10.1063/1.1835321.
4. Rudakov O. B., Kalach A. V., Cherepakhin A. M., Isaev A. A. Pozharnaya opasnost binarnykh organicheskikh rastvoriteley dlya zhidkostnoy khromatografii [Fire danger of binary organic solvents for a liquid chromatography]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 8, pp. 9–11.
5. Rudakov O. B., Cherepakhin A. M., Isaev A. A., Rudakova L. V., Kalach A. V. Temperatura vspyshki binarnykh rastvoriteley dlya zhidkostnoy khromatografii [Flash point of binary solvents for a liquid chromatography]. *Kondensirovannyye sredy i mezhfaznyye granitsy — Condensed Matter and Interphases*, 2011, vol. 13, no. 2, pp. 191–195.
6. Kalach A. V., Kartashova T. V., Sorokina Yu. N., Oblienko M. V. Prognozirovaniye pozharoopasnykh svoystv organicheskikh soyedineniy s primeneniye deskriptorov [Prediction fire-dangerous properties of organic compounds using descriptors]. *Pozharnaya bezopasnost — Fire Safety*, 2013, no. 1, pp. 70–73.
7. Kalach A. V., Sorokina Yu. N., Kartashova T. V., Spichkin Yu. V. Otsenka pozharoopasnykh svoystv organicheskikh soyedineniy s primeneniye deskriptorov [Estimation of fire-dangerous properties of organic compounds using descriptors]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 1, pp. 18–22.
8. Kalach A. V., Kartashova T. V., Sorokina Yu. N. Primeneniye deskriptorov pri prognozirovanii pozharoopasnykh svoystv farmatsevticheskikh preparatov [Application descriptors in predicting fire-dangerous properties of pharmaceuticals]. *Pozharnaya bezopasnost — Fire Safety*, 2013, no. 3, pp. 105–108.
9. Kalach A. V., Sorokina Yu. N., Kartashova T. V., Spichkin Yu. V. Primeneniye metoda rascheta deskriptorov pri prognozirovanii temperatury vspyshki organicheskikh soyedineniy [Application of the method of calculation of descriptors in predicting flash point of organic compounds]. *Nauchnyy vestnik Voronezhskogo GASU. Stroitelstvo i arkhitektura — The Scientific Herald of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture*, 2012, no. 4(28), pp. 136–141.
10. Sorokina Yu. N., Chernikova T. V., Kalach A. V., Kalach E. V., Pishchalnikov A. V. Vliyaniye struktury molekuly na pokazateli pozharoopasnosti azotsoderzhashchikh organicheskikh veshchestv [Influence of molecular structure on fire-dangerous properties of nitrogen-containing organic substances]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 11, pp. 12–16.
11. Alexeev S. G., Smirnov V. V., Barbin N. M. Temperatura vspyshki. Chast II. Raschet cherez davleniye nasyshchennogo para [Flash point. Part II. Calculation via partial pressure]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 10, pp. 21–35.
12. Alexeev S. G., Smirnov V. V., Alexeev K. S., Barbin N. M. Temperatura vspyshki. Chast III. Raschet cherez temperaturu kipeniya [Flash point. Part III. Calculation via boiling point]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2014, vol. 23, no. 3, pp. 30–43.

13. Alexeev S. G., Smirnov V. V., Alexeev K. S., Barbin N. M. Temperatura vspyshki. Chast IV. Deskriptornyy metod rascheta [Flash point. Part IV. Descriptors method of calculation]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2014, vol. 23, no. 5, pp. 18–37.
14. Alexeev S. G., Barbin N. M., Alexeev K. S., Orlov S. A. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. I. Alkanoly [Correlation of fire hazard indices with chemical structure. I. Alcohols]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2010, vol. 19, no. 5, pp. 23–30.
15. Alexeev S. G., Barbin N. M., Alexeev K. S., Orlov S. A. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. II. Ketony (chast I) [Correlation of fire hazard indices with chemical structure. II. Ketones (part 1)]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 6, pp. 8–15.
16. Alexeev S. G., Barbin N. M., Alexeev K. S., Orlov S. A. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. III. Ketony [Correlation of fire hazard indices with chemical structure. III. Ketones (part 2)]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 7, pp. 8–13.
17. Alexeev S. G., Barbin N. M., Alexeev K. S., Orlov S. A. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. IV. Prostyye efiry [Correlation of fire hazard indices with chemical structure. IV. Ethers]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 9, pp. 9–16.
18. Alexeev K. S., Barbin N. M., Alexeev S. G. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. V. Karbonovyye kisloty [Correlation of fire hazard characteristics with chemical structure. V. Carboxylic acid]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 7, pp. 35–46.
19. Alexeev K. S., Barbin N. M., Alexeev S. G. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. VI. Aldegidy [Correlation of fire hazard characteristics with chemical structure. VI. Aldehydes]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 9, pp. 29–37.
20. Alexeev S. G., Barbin N. M., Smirnov V. V. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. VII. Nitroalkany [Correlation of fire hazard characteristics with chemical structure. VII. Nitroalkanes]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 12, pp. 22–24.
21. Alexeev S. G., Alexeev K. S., Barbin N. M. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. VIII. Slozhnyye efiry (chast I) [Correlation of fire hazard characteristics with chemical structure. VIII. Esters (part 1)]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 1, pp. 31–57.
22. Smirnov V. V., Alexeev S. G., Barbin N. M., Zhivotinskaya L. O. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. IX. Khloroalkany [Correlation of fire hazard characteristics with chemical structure. IX. Chloroalkanes (part 2)]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 4, pp. 13–21.
23. Alexeev S. G., Alexeev K. S., Zhivotinskaya L. O., Barbin N. M. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. X. Slozhnyye efiry (chast 2) [Correlation of fire hazard characteristics with chemical structure. X. Esters (part 2)]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 5, pp. 9–19.
24. Smirnov V. V., Alexeev S. G., Barbin N. M., Kalach A. V. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. XI. Khloroalkany [Correlation of fire hazard characteristics with chemical structure. XI. Haloalkanes]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 8, pp. 25–37.
25. Alexeev S. G., Mavlyutova L. K., Alexeev K. S., Barbin N. M. Svyaz pokazateley pozharnoy opasnosti s khimicheskim stroyeniyem. XII. Alkilbenzoly i dialkilbenzoly [Correlation of fire hazard characteristics with chemical structure. XII. Alkylbenzenes and dialkylbenzenes]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2014, vol. 23, no. 6, pp. 38–46.
26. Alexeev S. G., Smirnov V. V., Barbin N. M. Temperatura vspyshki. Chast I. Istoriya voprosa, definitsii, metody eksperimentalnogo opredeleniya [Flash point. Part I. Question history, definitions and test methods of determination]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 5, pp. 35–41.
27. Barton D., Ollis W. D. (eds.). *Comprehensive organic chemistry*. Vol. 3. Jones D. N. (ed.). Sulphur compounds. Oxford, Pergamon press, 1979. 1338 p. (Russ. ed.: Kochetkov N. K., Nifantsev E. E. Obshchaya organicheskaya khimiya. Vol. 5. Soyedineniya fosfora i sery. Moscow, Khimiya Publ., 1983, p. 130).
28. Chemical Database DIPPR 801. Available at: <http://www.aiche.org/dippr/> (Accessed 10 October – 19 November 2013).
29. Sigma-Aldrich database. Available at: <http://www.sigma-aldrich.com/catalog> (Accessed 15 November 2013).

30. Akron University database. Available at: <http://ull.chemistry.uakron.edu/erd/> (Accessed 14 November 2013).
31. Korol'chenko A. Ya., Korol'chenko D. A. *Pozharovzryvoopasnost veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya: spravochnik* [Fire and explosive hazard of compounds and materials, and their fire extinguishing means. Handbook]. Moscow, Pozhnauka Publ., 2004. Vol. 1, 713 p.
32. Korol'chenko A. Ya., Korol'chenko D. A. *Pozharovzryvoopasnost veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya: spravochnik* [Fire and explosive hazard of compounds and materials, and their fire extinguishing means. Handbook]. Moscow, Pozhnauka Publ., 2004. Vol. 2, 774 p.
33. ChemSpider database. Available at: <http://www.chemspider.com> (Accessed 1–10 October 2013).
34. Bagheri M., Borhani T. N. G., Zahedi G. Estimation of flash point and autoignition temperature of organic sulfur chemicals. *Energy Conversion and Management*, 2012, vol. 58, pp. 185–196. doi: 10.1016/j.enconman.2012.01.014.
35. Möller W., Schulz P., Redeker T. *Verfahren zur abschätzung des flammpunkts und der unteren explosionsgrenze*. PTB-Bericht, W:55. Bremerhaven, Wirtschaftsverl, NW, 1993. 64 s. Cited by [37].
36. Lyman W. J., Reehl W. F., Rosenblatt D. H. *Handbook of chemical property estimation methods*. Washington, American Chemical Society, 1990. 960 p.
37. Rowley J. Flammability limits, flash points, and their consanguinity: critical analysis, experimental exploration, and prediction: dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy. Brigham Young University, 2010. 261 p.



ФРАНЦУЗСКИЙ ШЛЕМ ДЛЯ ПОЖАРНЫХ

Этот шлем позволяет защитить голову пожарного в самых жарких местах, при этом придает ему вид имперского пехотинца из “Звездных войн”. Функциональность, впрочем, здесь поставлена во главу угла.

Французский шлем предназначен для того, чтобы выдерживать воздействие температур до 1000 °С, сохраняя при этом температуру внутри него всего около 35 °С. Сказанное позволит пожарному, извините за каламбур, сохранять холодную голову даже в самом бушующем пламени.

По бокам к шлему можно прикреплять фонари — ту же идею использовал Джордж Лукас, придумывая дизайн шлемов для своих имперских пехотинцев. Фонари, правда, выдерживают нагрев только до 300 °С; однако если температура будет выше, света и так будет хватать.

На глаза здесь опускается специальный позолоченный экран, который защищает пожарного от ярких вспышек света, разлетающихся искр, излучаемого огнем тепла, ультрафиолетового излучения и прочих потенциально опасных факторов.

Стоит шлем на удивление недорого — всего 190 долларов США. Поэтому можно ожидать, что в скором времени все французские пожарные будут щеголять в позолоченных шлемах.

<http://www.novate.ru/blogs/300409/11960>

ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПОЖНАУКА»

ПРЕДЛАГАЕТ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ

Г. И. Смелков, В. Н. Черкасов,
В. Н. Веревкин, В. А. Пехотилов, А. И. Рябиков

ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ во взрывопожароопасных зонах

Справочное пособие

М.: ООО «Издательство «Пожнаука», 2012. – 222 с.



Приводятся новые, отвечающие современной нормативной базе, требования по классификации горючих смесей и пожаровзрывоопасных зон; рекомендации по выбору и использованию оборудования, включая кабельные изделия во взрывопожароопасных зонах.

Издание предназначено для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием и монтажом электроустановок, работников пожарной охраны и специалистов широкого профиля в качестве учебного пособия для подготовки и повышения квалификации в области пожаровзрывобезопасности электроустановок.

В. К. МОНАКОВ, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой инженерной экологии техносферы, Московский институт радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА) (Россия, 119454, г. Москва, просп. Вернадского, 78; e-mail: uzo@uzo.ru)

УДК 621.316.9.06

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ДУГОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ

Описан вариант решения задачи обнаружения искрения/дуги в электроустановке. На основе общего представления о коммутационных процессах построена модель и введено ключевое понятие нестационарного коммутационного процесса. Предложен способ выделения из суммарных электрических сигналов электроустановки — тока нагрузки и напряжения на нагрузке — сигналов, характерных для этого процесса. Разработано новое устройство для мониторинга процессов в контролируемой цепи, выделения сигналов, свидетельствующих о загорании в электроустановке электрической дуги (параллельной или последовательной), и отключения питания в случае аварии.

Ключевые слова: электроустановка; электрическая дуга; пожар; нестационарный процесс; мониторинг.

Согласно статистическим данным ВНИИПО МЧС России [1] пожары от электрооборудования в целом по стране составляют более 26 %. На предприятиях некоторых министерств и ведомств доля пожаров от электроустановок достигает 38 %, в жилых домах — 32 %, а в жилых домах индивидуального пользования — 70 %.

Одной из основных причин возгораний и пожаров в электроустановках являются аварийные дуговые замыкания, так как горение электрической дуги сопровождается высокой температурой (около 3000 °C на металлических электродах) и выделением большого количества тепла.

В 2000-е годы сначала в США, а затем и в России был получен ряд патентов [2–4] на новый класс электрозащитных приборов — устройства защиты от дуговых замыканий (УЗДЗ), в практике США — AFCI (*arc fault circuit interrupter*).

Принцип действия новых устройств заключается в мониторинге процессов в контролируемой цепи, выделении сигналов, свидетельствующих о загорании в электроустановке электрической дуги (параллельной или последовательной), и отключении питания в случае аварии. Если на загорание параллельной дуги при достаточно большом значении тока реагируют устройства защиты от сверхтоков (автоматический выключатель или плавкая вставка), то при появлении последовательной дуги ток может вообще не увеличиться, так как дуга обладает более высоким сопротивлением по сравнению с проводниками. Дуговое замыкание на землю по сути является утечкой тока и распознается УЗО. В связи с этим актуальной и наиболее сложной задачей является поиск критериев, позволяющих достоверно распо-

знавать *последовательное дуговое замыкание* по электрическим сигналам.

В США, где ежегодно происходит более 40000 пожаров и проблема их предотвращения стоит довольно остро, в серии национальных электротехнических норм NEC (National Electrical Code) в соответствии с нормами лаборатории Underwriters Laboratories (UL) в 2008 г. было выпущено предписание об обязательном применении УЗДЗ в бытовых электроустановках UL 1699 [5]. Ряд фирм представил на рынок несколько типов таких устройств: Eaton — BR120AF, Murray — MP-AT, Siemens — Q115AFP.

В Европе устройства данного типа пока не получили распространения, хотя в 2011 г. Союз немецких электротехников (VDE) сделал первый шаг в этом направлении и опубликовал проект стандарта на данные устройства [6].

В связи с вышеизложенным в настоящей работе описан вариант решения задачи распознавания последовательного дугового замыкания в электроустановке. На основе обобщенного представления о коммутационных процессах построена модель и введено ключевое понятие нестационарного коммутационного процесса. Предложен способ выделения из суммарных электрических сигналов электроустановки (тока нагрузки и напряжения на нагрузке) сигналов, характерных для этого процесса.

Нагрузка электроустановки представляет собой совокупность электроприемников, включенных параллельно друг другу. Полагается, что мгновенное напряжение одинаково для всех электроприемников и равно напряжению на линии $u(t)$. При возникновении последовательного дугового замыкания на линии некоторые электроприемники оказываются

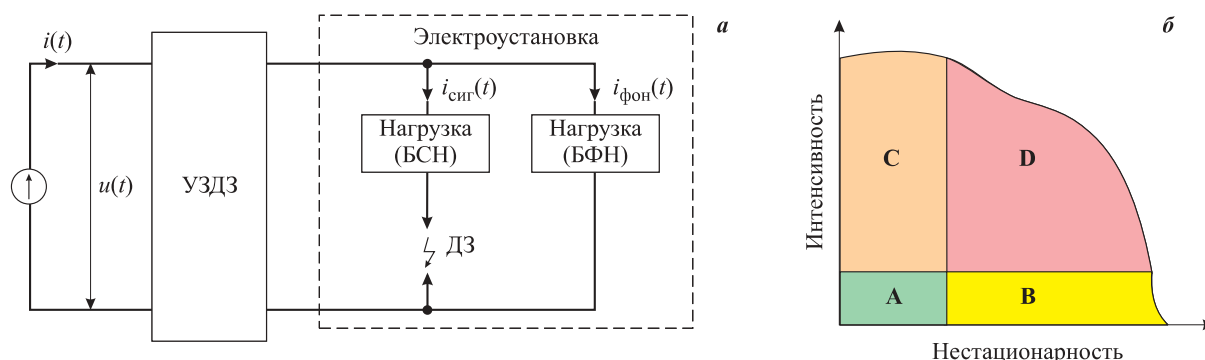


Рис. 1. Структурная схема электроустановки, поясняющая группировку потребителей (а), и диаграмма, иллюстрирующая классификацию коммутационных процессов (б): БСН — блок сигнальной нагрузки; БФН — блок фоновой нагрузки; ДЗ — дуговое замыкание

подключенными к источнику энергии через электрическую дугу. В связи с этим нагрузку можно разделить на два блока (рис. 1, а): электроприемники (или электроприемник) $(1, \dots, m)$, в которых возникло искрение, и остальная нагрузка $((m + 1), \dots, n)$. Блоки получают питание от одного источника и включены параллельно. В соответствии с этим ток нагрузки также разделяется на два слагаемых:

$$i(t) = \sum_{k=1}^m i_k(t) + \sum_{l=m+1}^n i_l(t) = i_{\text{сиг}}(t) + i_{\text{фон}}(t), \quad (1)$$

где i_k — ток в k -м электроприемнике, подключенном к источнику через дуговое замыкание;

i_l — ток в l -м электроприемнике, подключенном к источнику в обход дугового замыкания;

$i_{\text{сиг}}$ — ток, содержащий в себе сигнал о возникшем дуговом замыкании;

$i_{\text{фон}}$ — ток неповрежденной цепи, т. е. фоновой составляющей.

По условиям рассматриваемой задачи ток, проходящий через разрядный промежуток, несет полезную информацию, а ток, минуящий разряд, является помехой (фоном).

Была построена стохастическая модель, описывающая последовательности коммутаций в электроустановке. Существенными характеристиками этого процесса являются интенсивность (средняя энергия коммутаций за единичный промежуток времени, т. е. средняя мощность коммутаций) и стационарность (постоянство вероятностных свойств во времени). Показано, что коммутационный процесс, порожденный дуговым замыканием, нестационарен. Однако при достаточно малой интенсивности он не представляет большой опасности, так как не способен вызвать возгорание.

По этим атрибутам последовательности коммутаций классифицируются следующим образом (рис. 1, б):

А — стационарные процессы малой интенсивности, порождаемые электроприемниками малой мощ-

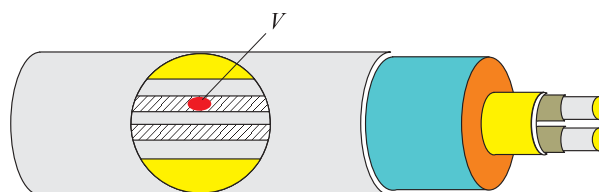


Рис. 2. Последовательное дуговое замыкание в кабеле при обрыве проводника

ности (коллекторные электродвигатели, импульсные преобразователи, стабилизаторы и пр.);

В — нестационарные процессы малой интенсивности, порождаемые единичными коммутациями электроприемников (оператором или исполнительными механизмами) либо дуговым замыканием на маломощных нагрузках;

С — стационарный процесс большой интенсивности, порождаемый электроприемниками большой мощности (коллекторные электродвигатели, импульсные преобразователи, стабилизаторы и пр.);

Д — нестационарный процесс большой интенсивности, порождаемый искрением и дуговым разрядом (в соединительных узлах, кабелях и т. д.).

При дуговом замыкании энергия коммутации представляет собой энергию, рассеянную на разряде. Разряд протекает, как правило, в малом объеме V , т. е. локализован в пространстве, так что источник тепла можно считать точечным (рис. 2). Поскольку объем V связан с окружающей средой (система диссипативная), неравновесное тепло будет рассеиваться, вызывая остывание объема по экспоненциальному закону (в простейшей модели).

Выразим температуру объема в момент времени $t + dt$ через температуру в момент t (считая без ограничения общности, что равновесная температура равна нулю):

$$T(t + dt) = T(t)e^{-\alpha dt} + \delta T, \quad (2)$$

где α — показатель скорости остывания объема, определяемый теплофизическими свойствами объема и окружающей его среды;

$$\delta T = \frac{\delta Q}{cm} = \frac{P_{\text{раз}} dt}{cm};$$

δQ — количество теплоты, подведенное к объему V тепловым источником (разрядом) за время dt ; $\delta Q = P_{\text{раз}} dt$;

$P_{\text{раз}}$ — мгновенная мощность теплового источника;

c — средняя удельная теплоемкость объема;

m — масса объема.

Тогда $dT = T(e^{-\alpha dt} - 1) + \frac{P_{\text{раз}}}{cm} dt$, а поскольку $e^{-\alpha dt} = 1 - \alpha dt + 0(dt)$ по базе $dt \rightarrow 0$, то

$$dT = T(-\alpha dt + 0(dt)) + \frac{P_{\text{раз}}}{cm} dt;$$

$$\frac{dT}{dt} = T(-\alpha + 0(1)) + \frac{P_{\text{раз}}}{cm}.$$

После перехода к пределу по базе $dt \rightarrow 0$ окончательно получаем линейное неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка:

$$\frac{dT}{dt}(t) = -\alpha T(t) + \frac{P_{\text{раз}}(t)}{cm}. \quad (3)$$

Это уравнение теплового режима объема, в котором происходит разряд, т. е. оно является уравнением теплопроводности (теплопереноса) в некоторой интегральной форме. Мощность источника тепла $P_{\text{раз}}(t)$ следует считать воздействием, а температуру $T(t)$ — реакцией тепловой системы.

Уравнение (3) дополняется начальным условием

$$T(0) = T_0, \quad (3a)$$

где T_0 — температура окружающей среды (равновесная температура).

Для разработки защиты от дугового замыкания, т. е. нестационарного коммутационного процесса, рассмотрено сопротивление разряда — источника нестационарного коммутационного процесса, которое считается случайным процессом и обозначается $R_{\text{раз}}(t, \lambda)$ (t — время; λ — элементарный исход, или случайная переменная). Разряд индуцирует случайные процессы $i_{\text{сиг}}(t, \lambda)$ и $P_{\text{раз}}(t, \lambda)$, описывающие соответственно ток разряда и мощность на разряде:

$$i_{\text{сиг}}(t, \lambda) = u_{\text{раз}}(t, \lambda) / R_{\text{раз}}(t, \lambda); \quad (4)$$

$$P_{\text{раз}}(t, \lambda) = (i_{\text{сиг}}^2 R_{\text{раз}})(t, \lambda) = (i_{\text{сиг}} u_{\text{раз}})(t, \lambda). \quad (5)$$

где $u_{\text{раз}}$ — напряжение на разряде.

Электродвижущая сила (ЭДС) источника, как правило, обладает свойством периодичности или хотя бы стационарности (постоянная, синусоидальная, периодическая, медленно меняющаяся и т. д.). Сопротивление большинства электрических нагрузок в рабочем режиме достаточно регулярно (линейное,

нелинейное, периодически меняющееся и т. д.). Поэтому в рабочем режиме работы ток нагрузки (случайный процесс $i_{\text{фон}}$) обладает свойством периодичности или стационарности в отличие от тока разряда $i_{\text{сиг}}$. Эти свойства присущи и соответствующим компонентам мощности:

$$P = iu = (i_{\text{сиг}} + i_{\text{фон}})u = i_{\text{сиг}}u + i_{\text{фон}}u = P_{\text{сиг}} + P_{\text{фон}}.$$

Для синтеза распознающей системы за контролируемую величину принята усредненная по объему источника нестационарного коммутационного процесса температура, а за уставку — температура возгорания изоляции, контактирующей с разрядом. Температура вычислена с помощью уравнения (3) с учетом теплофизических параметров и мощности из уравнения (5).

Интегрированием этой оценки по фрагменту T получена оценка энергии $W_{\text{раз}}(t)$, рассеянной на разряде за время T :

$$\begin{aligned} W_{\text{раз}}(t) &= \int_{t-T}^t |P(\theta) - P(\theta - T)| d\theta = \\ &= \int_{t-T}^t |ui(\theta) - ui(\theta - T)| d\theta, \end{aligned} \quad (6)$$

где θ — связанная переменная в интеграле; физически означает момент времени из промежутка от $(t - T)$ до t , по которому производится интегрирование разности мощности.

Для ослабления влияния помех, порождаемых переходными процессами в электроустановке и способных вызвать ложное срабатывание устройства защиты, введены фильтр высоких частот и амплитудный дискриминатор полосового типа, предшествующие интегрирующему фильтру (рис. 3).

Алгоритм распознавания дуги представляет собой процесс одновременной обработки двух сигналов, выделяемых из измеренных значений тока контролируемой цепи, и сравнения полученных уровней этих сигналов с заданными уставками. Сигнал напряжения используется для синхронизации. Структурная схема устройства, реализующего данный алгоритм, представлена на рис. 4.

Работа новых устройств заключается в мониторинге процессов в контролируемой цепи и выделении сигналов, свидетельствующих о загорании в

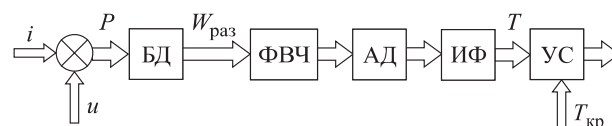


Рис. 3. Структурная схема распознающей системы: БД — блок дискриминации; ФВЧ — фильтр высоких частот; АД — амплитудный дискриминатор; ИФ — интегрирующий фильтр; УС — устройство сравнения

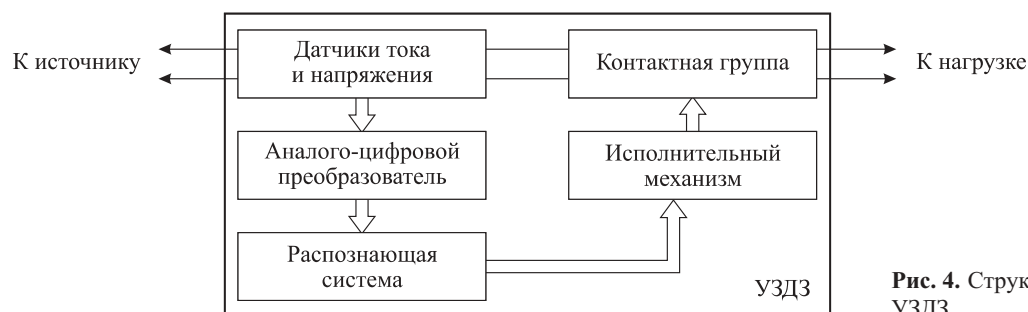


Рис. 4. Структурная схема цифрового УЗДЗ

электроустановке электрической дуги. Описан вариант решения задачи, построена стохастическая

модель процесса, разработаны алгоритм распознавания дуги и структурная схема устройства защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в I квартале 2007 года // Пожарная безопасность. — 2007. — № 2. — С. 95–99.
2. Patent US 6567250 B1. Arc fault protection device / *Andy A. Haun, Robert F. Dvorak, Brett E. Larsen, et al.* — No. US 09/469,869; claim. 22.12.1999; publ. 20.05.2003. URL : <http://www.google.ru/patents/US6567250>.
3. Patent US 6987389 B1. Upstream/downstream arc fault discriminator / *Bruce F. MacBeth, Tab Cox.* — No. US 09/992,055; claim. 14.11.2001; publ. 17.01.2006. URL : <http://www.google.com/patents/US6987389>.
4. Патент 117686 Российская Федерация. Устройство защиты электроустановок с функцией детектирования аварийной электрической дуги / *Монаков В. К., Минченко А. В., Козырев А. А.* — № 2011132158; заявл. 01.08.2011 г.; опублик. 27.06.2012 г.
5. UL 1699, Standard for Arc-Fault Circuit-Interrupters, Underwriters Laboratories Inc., February 26, 1999, pp. 27–50.
6. DIN IEC 62606 (VDE 0665-10). General requirements for arc fault detection devices, 2012–02.

Материал поступил в редакцию 6 февраля 2014 г.

English

DEVELOPMENT OF DEVICE OF PROTECTION AGAINST ARC SHORT CIRCUITS

MONAKOV V. K., Candidate of Technical Sciences, Docent, Head of Environmental Engineering Department, Moscow Institute of Radio Engineering, Electronics and Automation (MIREA) (Vernadskogo Avenue, 78, Moscow, 119454, Russian Federation; e-mail address: uzo@uzo.ru)

ABSTRACT

In 2000th years in the electrical engineer's practice has appeared a new kind of switching devices — devices of protection against arc short circuits.

In the beginning in the USA, and then and in Russia has been received lot of patents for a new class of electroprotective devices — AFCI (Arc Fault Circuit Interrupter).

The principle of action of new devices consists in monitoring of processes in a controllable chain, allocation of the signals testifying to fire in electroinstallation of an electric arc (parallel or serial) and switching-off of a load in case of failure.

In the given work is described the variant of the decision of a problem of recognition of occurrence of an arc in electroinstallation.

On the basis of the general representation about switching processes is constructed the model and entered the key concept of non-stationary switching process and offered the way of allocation from total electric signals of electroinstallation — a current of load and voltage on load — signals, typical for this process.

Essential characteristics of process are intensity (average energy switches for an time interval) and constancy (a constancy of likelihood properties in time). Are allocated some kinds of processes of switching

Keywords: electroinstallation; electric arc; fire; non-stationary process; monitoring.

REFERENCES

1. Obstanovka s pozharemi v Rossiyskoy Federatsii v I kvartale 2007 goda [Situation with fires in the Russian Federation at the I quarter 2007]. *Pozharnaya bezopasnost — Fire Safety*, 2007, no. 2, pp. 95-99.
2. Andy A. Haun, Robert F. Dvorak, Brett E. Larsen, et al. *Arc fault protection device*. Patent US 6567250 B1, publ. 20.05.2003. Available at: <http://www.google.ru/patents/US6567250>.
3. Bruce F. MacBeth, Tab Cox. *Upstream/downstream arc fault discriminator*. Patent US 6987389 B1, publ. 17.01.2006. Available at: <http://www.google.com/patents/US6987389>.
4. Monakov V. K., Minchenko A. V., Kozyrev A. A. *Ustroystvo zashchity elektroustanovok s funktsiyey detektirovaniya avariynoy elektricheskoy dugi* [Electrical protection device with the function of the emergency electric arc detection]. Patent RF 117686, publ. 27.06.2012.
5. UL 1699, *Standard for Arc-Fault Circuit-Interrupters*, Underwriters Laboratories Inc., February 26, 1999, pp. 27–50.
6. DIN IEC 62606 (VDE 0665-10). *General requirements for arc fault detection devices*. 2012–02.



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу

А. Я. Корольченко, Д. О. Загорский КАТЕГОРИРОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ. — М. : Пожнаука, 2010. — 118 с.



В учебном пособии изложены принципы категорирования помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, содержащиеся в современных нормативных документах. На примерах конкретных помещений рассмотрено использование требований нормативных документов к установлению категорий. Показана возможность изменения категорий помещений путем изменения технологии или внедрения инженерных мероприятий по снижению уровня взрывопожароопасности и повышению надежности технологического оборудования и процессов.

Пособие рассчитано на студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям “Пожарная безопасность”, “Безопасность технологических процессов и производств”, “Безопасность жизнедеятельности в техносфере”, студентов строительных вузов и факультетов, обучающихся по специальности “Промышленное и гражданское строительство”, сотрудников научно-исследовательских, проектных организаций и нормативно-технических служб, ответственных за обеспечение пожарной безопасности.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru

В. Т. ОЛЕЙНИКОВ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи (в составе УНК АСИТ), Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Б. Галушкина, 4; e-mail: vto1948@mail.ru)

А. Г. МАРКОВ, старший преподаватель кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи (в составе УНК АСИТ), Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Б. Галушкина, 4; e-mail: markov01@yandex.ru)

УДК 528.91

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ МЧС РОССИИ

Рассмотрены проблемы формализации процедур принятия управленческих решений при оперативном управлении подразделениями гарнизона пожарной охраны при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, среди которых проблемы разработки и использования геоинформационных систем (ГИС) в подразделениях МЧС России. Показано, что расширение спектра информации, используемой в аналитических и прогнозных задачах, требует внедрения ГИС в практику управления подразделениями гарнизона пожарной охраны. Основная роль в ГИС отводится картографическому материалу: именно электронные (цифровые) карты являются основой для применения геоинформационных технологий. Показано также, что важной проблемой внедрения ГИС-технологий на всех уровнях управления МЧС России является необходимость стандартизации и унификации используемых геоинформационных продуктов.

Ключевые слова: геоинформационная система (ГИС); автоматизированная система управления (АСУ); поддержка принятия решений; тушение пожаров; аварийно-спасательные работы; чрезвычайная ситуация (ЧС); оперативное управление; топографическая карта; цифровая карта; масштаб.

В отечественной практике вопросу автоматизации информационной поддержки управленческих решений должностных лиц территориального гарнизона пожарной охраны при оперативном управлении подразделениями ГПС уделяется достаточно много внимания.

В значительной степени это объясняется неизмеримо большей сложностью решения проблемы формализации процедур принятия управленческих решений [1] по оперативному управлению подразделениями гарнизона пожарной охраны, привлекаемыми для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ (АСР), и их информационного обеспечения по сравнению с решением учетно-статистических задач.

Цель создания и внедрения ГИС в практику управления подразделениями гарнизона пожарной охраны заключается как в расширении спектра информации, используемой при решении аналитических и прогнозных задач, так и для повышения обоснованности принятия управленческих решений и их эффективности при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного и природного характера на территории субъекта РФ.

Выделяются две группы ГИС, создаваемые и используемые территориальными подразделениями МЧС России:

Группа 1. Геоинформационные системы мониторинга опасных (кризисных) ситуаций природного и техногенного характера (ГИС-мониторинг). Основная цель этих систем — на основе картографического материала отображение экологической и другой информации для задач оценки, анализа, прогноза кризисных ситуаций, мониторинга и управления предупреждением и ликвидацией ЧС на территории субъекта.

ГИС-мониторинг решает следующие задачи:

- создание целостной картины экологического состояния субъекта;
- оценка положительных и неблагоприятных тенденций в экологическом состоянии субъекта;
- определение вклада промышленных и коммунальных объектов в формирование экологической ситуации на территории субъекта;
- оценка инфраструктуры субъекта с точки зрения состояния окружающей среды;
- моделирование ситуации в зависимости от изменения экологических факторов;

- прогноз развития опасных факторов крупных пожаров и ЧС.

Исходный картографический материал, используемый в этих ГИС, — цифровые векторные карты в масштабах 1 : 10000, 1 : 25000.

Группа 2. Системы автоматизации решения задач оперативного управления подразделениями гарнизона пожарной охраны, которые используют цифровой (векторный) план города (объекта). Основой таких геоинформационных систем являются цифровые топографические планшеты в масштабе 1:500, создаваемые взамен немасштабных графических документов (схем, планов и т. д.), используемых различными департаментами, управлениями, комитетами и службами администрации субъекта, города и районов города, а также организациями и предприятиями.

Векторные электронные карты городов для таких ГИС должны создаваться с учетом принципов, позволяющих:

- объединить отдельные оцифрованные планшеты в единый цифровой топографический план города;
- формировать объекты, части которых расположены не на одном, а на многих планшетах;
- присоединять к графической информации семантические данные;
- формировать банки данных специальной информации;
- систематически проводить обновление и мониторинг электронных карт.

Как известно, основная роль в ГИС отводится картографическому материалу, так как именно электронные (цифровые) карты являются основой для применения геоинформационных технологий, поэтому прежде всего отметим состав используемого в ГИС масштабного ряда карт:

- обзорно-топографическая карта в масштабе 1:1000000 на территорию субъекта и смежные территории;
- топографическая карта в масштабе 1:200000 на территорию субъекта РФ;
- геологическая карта в масштабе 1:200000;
- топографические карты для решения задач мониторинга в масштабах 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000;
- карты в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:500, которые целесообразно применять для решения задач оперативного управления.

Определение масштабного ряда позволяет исключить в дальнейшем появление карт немасштабных масштабов 1:650000, 1:250000, 1:17000 и пр. Все задачи, решаемые с использованием геоинформационных технологий, должны привязывать тема-

тические слои и тематические данные к картам данного масштабного ряда.

В связи с тем что имеется российская программа создания цифровых топографических карт [2], необходимо максимально использовать уже созданные и создаваемые цифровые карты за средства госбюджета (М 1:200000 – М 1:1000000). Роскартография планирует создать Государственный банк цифровых карт М 1:1000000 и М 1:200000, а также М 1:100000. Банк цифровых карт создается на основе оригиналов топографических карт Роскартографии и военно-топографического управления (ВТУ) Генштаба. Основные распространители карт — предприятие РосГИСцентр (созданное Роскартографией) и ВТУ. Цифровые карты создаются в формате Роскартографии (F1M) или в его модификациях соответствующим подразделением Минобороны (SXF и др.). Данные цифровые карты следует использовать в качестве исходного материала при создании и внедрении ГИС в практику работы подразделений МЧС России.

Ориентироваться на карты в масштабе 1:500, или 1:2000, или 1:5000 — значит, ставить перед собой невыполнимую цель, так как не хватит ни времени, ни финансовых средств на создание карт такого масштаба на всю территорию России. Поэтому целесообразно выбирать карты в масштабе 1:200000 в качестве топологической основы ГИС субъекта РФ.

Вместе с тем по мере появления карт крупных масштабов, которые используются в геоинформационных системах при решении оперативно-тактических задач, необходимо использовать механизм “врезок”, т. е. крупномасштабные карты, которые закрывают своими слоями изображения мелкомасштабных карт при достижении определенной границы видимости.

Таким образом, при выборе топологической основы необходимо ориентироваться на имеющиеся карты всей территории субъекта РФ в масштабе 1:200000 и на карты более крупных масштабов (планы населенных пунктов и территориально распределенных объектов) там, где они созданы.

Для совместного применения разномасштабных карт необходимо обеспечить применение:

- единой системы координат;
- единых классификаторов картографической информации.

Так, классификатор Роскартографии UNI VGM обеспечивает возможность работы с системами условных знаков в диапазоне масштабов от 1:500 до 1:1000000, т. е. охватывает весь спектр масштабов.

Важной проблемой внедрения ГИС-технологий на всех уровнях управления МЧС России является необходимость стандартизации и унификации используемых геоинформационных продуктов. По данному вопросу мы не выступаем с рекомендациями

по использованию единых форматов цифровых карт и применению единого программного обеспечения ГИС. Такие предложения не соответствуют сложившемуся положению дел. Во многих субъектах РФ уже имеются наработанные задачи в различных ведомственных ГИС в соответствии с принятыми отраслевыми решениями (ГИС MapInfo, Панорама, ARC/INFO, ARCVIEW, AtlasGIS, геологические карты в ГИС “ПАРК” и др.). Форматы цифровых карт (планов городов), соответственно, определяются применяемыми программными средствами ГИС, которые должны соответствовать рекомендациям по картографическому обеспечению [3].

Решение этой проблемы сводится к следующему:

- а) при создании отраслевых типовых программных пакетов необходимо:
 - обеспечивать конвертирование цифровых карт (планов городов), имеющихся в субъектах РФ;

- внедрять разработанные типовые программные пакеты без требования приобретения субъектами лицензионных отечественных и иностранных геоинформационных оболочек;

- б) при создании отраслевых функциональных ГИС целесообразно обеспечивать возможность использования следующих основных форматов цифровых карт:

- Федеральной службы геодезии и картографии России — F20V;
- ВТУ Генерального штаба Минобороны Российской Федерации — SXF;
- ГИС-пакета ARCVIEW — SHP;
- ГИС-пакета MapInfo — MIF/MID.

В заключение следует отметить, что в настоящее время актуальной проблемой является нормативно-правовое обеспечение функционирования отраслевых прикладных программных продуктов, использующих ГИС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геловани В. А., Башлыков А. А., Бритков В. Б., Вязилов Е. Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды. — М. : Эдиториал УРСС, 2001. — 304 с.
2. Об утверждении плана мероприятий по реализации Концепции развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года : распоряжение правительства РФ от 07.07.2011 г. № 1177-р. URL : <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=509054> (дата обращения: 10.01.2014 г.).
3. Рекомендации по картографическому обеспечению МЧС России. — М. : ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, 2008.

Материал поступил в редакцию 21 января 2014 г.

English

PROBLEMS OF DEVELOPMENT AND USE OF GEOINFORMATION SYSTEMS IN DIVISIONS OF EMERCOM OF RUSSIA

OLEYNIKOV V. T., Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Professor of Special Electrical Engineering, Automation Systems and Communication Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail address: vto1948@mail.ru)

MARKOV A. G., Senior Lecturer of Special Electrical Engineering, Automation Systems and Communication Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail address: markov01@yandex.ru)

ABSTRACT

Questions of automation of information support of adoption of administrative decisions at operational management of divisions of GPS of Emercom of Russia are considered. Problems of formalization of procedures of adoption of administrative decisions are shown at operational management of divisions of garrison of fire protection at suppression of fires and carrying out a wrecking, among which problems of development and use of geoinformation systems (GIS) in divisions of Emercom of Russia.

Expansion of a range of information used in analytical and expected tasks for the purpose of increase of information security of adoption of administrative decisions at the prevention and elimination of the emergency situations (ES) demands GIS introduction in practice of management by divisions of garrison of fire protection. Basis of such geoinformation systems are digital topographical tablets of various scales. The main part in GIS is assigned to cartographic materials, electronic (digital) cards are a basis for application of geoinformation technologies.

Important problem of introduction of GIS-technologies at all levels of department of Emercom of Russia is need of standardization and unification of used geoinformation products.

Keywords: Geoinformation system (GIS); automated control system (ACS); decision-making support; suppression of fires; wrecking; emergency situation; operational management; topographic map; digital card; scale.

REFERENCES

1. Gelovani V. A., Bashlykov A. A., Britkov V. B., Vyazilov E. D. *Intellectualnyye sistemy podderzhki prinyatiya resheniy v neshtatnykh situatsiyakh s ispolzovaniyem informatsii o sostoyanii prirodnoy sredy* [Intellectual systems of support of decision-making in emergency situations with use of information on a state environment]. Moscow, Editorial of URSS Publ., 2001. 304 p.
2. *About the approval of the plan of measures on implementation of the Concept of development of branch of geodesy and cartography till 2020. Order of government of Russian Federation on 07.07.2011 No. 1177-r* (in Russian). Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=509054> (Accessed 10 January 2014).
3. *Recommendations about cartographical providing Emercom of Russia*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection Publ., 2008 (in Russian).



Издательство «ПОЖНАУКА»

ВНИМАНИЕ! Распространяется БЕСПЛАТНО!



А. Я. Корольченко, О. Н. Корольченко
СРЕДСТВА ОГНЕ- и БИОЗАЩИТЫ
 Изд. 3-е, перераб. и доп. — 2010. — 250 с.

В третье издание внесены существенные изменения: включена глава, посвященная механизму огнебиозащиты древесины, расширена глава по анализу требований, содержащихся в нормативных документах по средствам огнезащиты, и их применению в практике строительства. Приведена информация ведущих производителей средств, предлагаемых на отечественном рынке для огнезащиты: древесины (пропитки, лаки и краски), несущих металлических конструкций (средства для конструктивной огнезащиты, огнезащитные штукатурки, вспучивающиеся покрытия), воздуховодов, кабелей и кабельных проходок, ковровых покрытий и тканей. Представлены также биозащитные составы для древесины.

Информация о средствах огне- и биозащиты включает данные о рекомендуемых областях их применения, эффективности, технологии нанесения, организациях-производителях.

Издание предназначено для работников проектных организаций, специалистов в области огне- и биозащиты и пожарной безопасности.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru



Пенообразователи

Шторм

Точный расчет на безопасность!



Шторм-М — высокоэффективный пленкообразующий синтетический фторсодержащий пенообразователь специального назначения. Основная область применения: химическая и нефтехимическая промышленность, аэродромы, а также везде, где необходимо за короткое время обеспечить тушение больших площадей с розливом нефти или нефтепродуктов либо предотвратить возгорание горючих жидкостей. Рекомендован для "подслоного" тушения. Срок годности фторсодержащих пенообразователей до 25 лет.

РЕКЛАМА

ГЕФЕСТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

Тел.: (495) 925 51 31
www.gefestnpk.ru
www.shtpena.ru

В. В. ХОЛЩЕВНИКОВ, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры архитектурно-строительного проектирования, Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: reglament2004@mail.ru)

Д. А. САМОШИН, канд. техн. наук, доцент кафедры пожарной безопасности в строительстве, Академия Государственной противопожарной службы МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: inbox-d@mail.ru)

УДК 614.841.33-056.24

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ В ЗДАНИЯХ С ИХ МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ

Рассмотрены проблемы обеспечения пожарной безопасности людей с ограниченными возможностями, число которых в настоящее время в нашей стране превышает 50 млн. чел. Показано, что особенно сложно обеспечить безопасность людей с ограниченными функциями организма в местах их массового пребывания — в стационарах учреждений здравоохранения и социальной защиты. Рассмотрены параметры движения пожилых людей, способных к самостоятельной эвакуации. Установлено, что параметры их движения описываются тем же видом зависимости, что и для других возрастных групп людей, но с другими значениями ее параметров. Исследованы особенности спасения немобильных и нетранспортабельных людей. Приведена аналитическая зависимость, позволяющая оценить необходимое количество рейсов для спасения немобильных людей различным числом спасателей. Даны предложения по организации спасения людей с помощью лифтов и путем вывода их в специально организованные пожаробезопасные зоны.

Ключевые слова: инвалиды; пожилые люди; маломобильные группы населения; пожар; эвакуация; спасение; пожаробезопасные зоны; лифты.

Введение

Актуальность исследований, направленных на выявление условий и средств обеспечения безопасности людей в зданиях с их массовым пребыванием и доступности последних для инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения, становится очевидной при анализе структуры населения страны (рис. 1). Из анализа следует, что число людей, чья мобильность снижена по сравнению со взрослыми здоровыми людьми (на которых много лет было ориентировано противопожарное нормирование), превышает 50 млн. чел.

Статистические данные показывают, что величина пожарного риска для инвалидов в нашей стране превышает допустимые значения (табл. 1), что требует изучения проблем обеспечения их пожарной безопасности и разработки комплекса меропри-

ятий, направленных на снижение риска гибели этих людей.

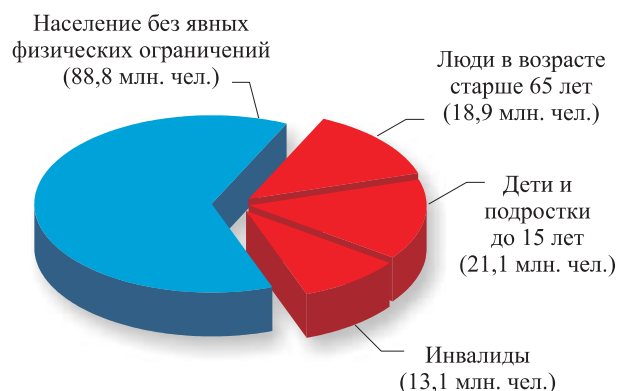


Рис. 1. Структура населения Российской Федерации с учетом его мобильности

Таблица 1. Фактическая величина индивидуального пожарного риска для инвалидов

Фактор	Год				
	2009	2010	2011	2012	2013
Число погибших на пожарах инвалидов, чел.	999	914	842	800	714
Общее число инвалидов, тыс. чел.	12752	12866	12843	12738	13100
Фактическая величина пожарного риска	$78,3 \cdot 10^{-6}$	$71,0 \cdot 10^{-6}$	$65,6 \cdot 10^{-6}$	$62,8 \cdot 10^{-6}$	$54,5 \cdot 10^{-6}$

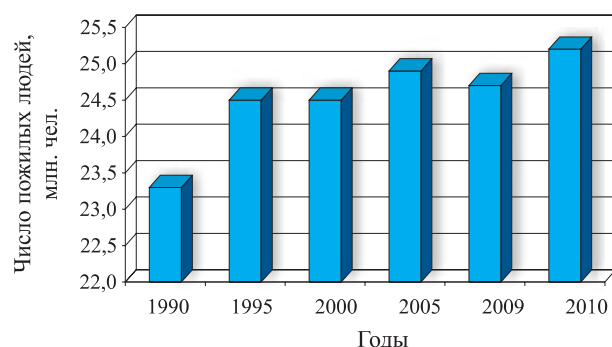


Рис. 2. График изменения числа людей старше 60 лет в Российской Федерации за период 1990–2010 гг.

Определение расчетной численности маломобильных людей и конкретной группы их мобильности приобретает важнейшее значение в связи с классификацией зданий и помещений по функциональной пожарной опасности в зависимости от состава основного функционального контингента [1].

Особенно остро стоят вопросы обеспечения безопасности при пожаре людей пожилого возраста. В настоящее время наблюдается общемировая тенденция к росту численности пожилых граждан (рис. 2). В России, которая не является исключением, к 2050 г. ожидается увеличение доли престарелого населения почти в 2 раза.

Местами “невольного сосредоточения” людей пожилого возраста являются здания “учреждений социального обслуживания граждан пожилого возраста”, в которых в 2007–2011 гг. проживало от 102 до 107 тыс. чел. В этих зданиях они составляют основной функциональный контингент, поэтому по функциональной пожарной опасности такие здания относятся к классу Ф1.1. Показатели же гибели людей, как видно из табл. 2, в несколько десятков раз превосходят допустимые федеральным законом № 123-ФЗ [1].

Общезвестны наиболее трагические последствия пожаров в таких зданиях. Так, при пожаре 20.03.2007 г. в доме-интернате для престарелых, расположенном в станице Камышеватская Краснодарского края, погибло 63 чел., пострадало 30 чел., а при пожаре в доме-интернате для престарелых в г. Подъельске (Коми) погибло 23 чел. Как показывает анализ происшедших пожаров, причиной гибели людей в большинстве случаев является то, что они не смогли своевременно, в необходимое время, покинуть горящее здание.

Согласно статистическим данным в России на конец 2010 г. насчитывалось 6300 больничных учреждений, рассчитанных на 1339500 пациентов. Стационары больниц относятся к классу Ф1.1, и их также следует рассматривать как места массового пребывания людей с нарушениями функций организма, в том числе и пожилого возраста.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 17.03.2011 г. № 175 утверждена Государственная программа Российской Федерации “Доступная среда” на период 2011–2015 гг. с бюджетом 46,9 млрд. руб. Целью программы является формирование к 2016 г. условий для беспрепятственного доступа к приоритетным объектам и услугам инвалидов и других маломобильных групп населения, а также повышение уровня интеграции инвалидов с обществом в целом. В рамках программы реализуется комплекс мероприятий, в том числе актуализация “Технического регламента о безопасности зданий и сооружений” (Федеральный закон № 384-ФЗ), “Технического регламента о требованиях пожарной безопасности” [1] и СНиП 35-01–2001 “Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения” [2]. Совершенно очевидно, что под “доступностью” подразумевается обеспечение прежде всего безопасности пребывания людей этой категории в зданиях и сооружениях при различных условиях их эксплуатации, в том числе при возникновении пожара.

На этом фоне выглядит весьма странным исключение из новой редакции “Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности” [3] зданий функциональной пожарной опасности класса Ф1.1, основной функциональный контингент которых или его значительную часть составляют малоподвижные пожилые люди и неподвижные инвалиды. Объективной причиной этого служит отсутствие достаточной эмпирической базы данных и теоретических исследований движения людских потоков, состоящих из такого контингента людей, и обоснованных закономерностей психофизиологических параметров, определяющих возможности медперсонала осуществлять необходимые спасательные операции. В связи с этим особую актуальность приобретают работы, содержащие результаты [4], восполняющие образовавшийся дефицит знаний в этой области.

Таблица 2. Фактические значения вероятности гибели людей в стационарных учреждениях социального обслуживания граждан пожилого возраста $Q_{\text{в}}^{\text{ф}}$ в 2007–2011 гг.

Год	2007	2008	2009	2010	2011
Значения $Q_{\text{в}}^{\text{ф}}$	$121,4 \cdot 10^{-6}$	$28,5 \cdot 10^{-6}$	$264,1 \cdot 10^{-6}$	$145,6 \cdot 10^{-6}$	$68,6 \cdot 10^{-6}$

Проблемы организации эвакуации из стационаров больниц и домов для престарелых и инвалидов

Ограничения функций организма накладывают серьезный отпечаток на особенности жизнедеятельности представителей маломобильных групп населения и, соответственно, на проектирование архитектурной среды, в которой осуществляется их жизнедеятельность [5–7]. Строительными нормами и правилами проектирования зданий и сооружений установлена классификация населения по мобильности [2, 8], приведенная в табл. 3.

На основании результатов специально организованных исследований [9–11] в СНиП 35-01-2001 [2] впервые установлены расчетные значения параметров людских потоков для различных групп мобильности при их движении по различным видам пути (табл. 4).

Следует иметь в виду, что приведенные в табл. 4 значения параметров определялись исходя из необходимости обеспечить безопасность людей при эвакуации во время пожара и поэтому соответствуют категории движения повышенной активности при соответствующем эмоционально-психологическом состоянии людей.

Следует подчеркнуть, что результаты экспериментов, а также опрос, проведенный среди 422 членов Всероссийского общества инвалидов, Всероссийского общества слепых и Всероссийского общества глухих, позволили выявить определенные недостатки существующей классификации:

- из группы М1 требуется исключить глухих и слабослышащих людей в связи с их пониженной мобильностью;
- группа мобильности М2 перегружена несовместимыми критериальными признаками и требует дифференциации;
- группы мобильности М3 и М4 требуют учета возраста человека.

Таблица 3. Классификация населения по возможностям передвижения

Группа мобильности	Характеристика людей в группе	Площадь горизонтальной проекции 1 чел., м ²
М1	Люди, не имеющие явных ограничений по мобильности	0,10
М2	Пожилые люди, мобильность которых снижена из-за старения организма	0,20
М3	Люди, использующие при движении дополнительные опоры (палки, костыли)	0,30
М4	Люди, передвигающиеся на инвалидных креслах-колясках	0,96

Таблица 4. Значения параметров уравнения скорости движения для маломобильных групп людей по видам пути

Группа мобильности	Параметр	Значение параметров по видам пути j				
		Горизонтальный	Лестница вниз	Лестница вверх	Пандус вниз	Пандус вверх
М1	V_{0j}	100	100	60	115	80
	D_{0j}	0,051	0,089	0,067	0,171	0,107
	a_j	0,295	0,400	0,305	0,399	0,399
М2	V_{0j}	30	30	20	45	25
	D_{0j}	0,135	0,139	0,126	0,171	0,146
	a_j	0,335	0,346	0,348	0,438	0,384
М3	V_{0j}	70	20	25	105	55
	D_{0j}	0,102	0,208	0,120	0,122	0,136
	a_j	0,350	0,454	0,347	0,416	0,446
М4	V_{0j}	60	–	–	115	40
	D_{0j}	0,135	–	–	0,146	0,150
	a_j	0,400	–	–	0,424	0,420

Более того, несмотря на то что для каждой из групп установлены параметры, характеризующие их поточное движение по горизонтальному участку пути, пандусу и лестнице, для них отсутствуют данные, характеризующие движение через проем (приведены лишь максимальные значения интенсивности), что в целом делает невозможным точную оценку параметров их движения при эвакуации. Необходимо отметить и то, что полученные зависимости описывают движение людских потоков, состоящих полностью из инвалидов рассматриваемых групп, поэтому неприменимы для смешанных людских потоков.

В зависимости от расчетного числа инвалидов и функциональной принадлежности зданий рекомендуется [12] предусматривать один из двух вариантов организации пребывания инвалидов в здании:

вариант А — доступность для инвалидов любой жилой ячейки в жилище, любого места обслуживания в общественном здании, любого места приложения труда;

вариант Б — выделение в уровне входной площадки специальных помещений, зон или блоков, приспособленных и оборудованных для инвалидов.

Каждый из этих вариантов пребывания инвалидов в здании будет оказывать решающее влияние на организацию их эвакуации. Однако при реализации любого из этих вариантов необходимо обеспечить для людей доступность, безопасность, удобство и информированность.

Очень показательно проблемы пожарной безопасности престарелых граждан иллюстрируют результаты опроса людей, переживших пожар в Та-

Таблица 5. Результаты опроса людей, переживших пожар в доме для престарелых

Особенности эвакуации	Ответ	% от числа опрошенных людей
Испытываете ли Вы затруднения при ходьбе?	Да	71
	Нет	29
Испытываете ли Вы сложности со зрением или слухом?	Да	71
	Нет	29
Имеете ли Вы сложности с ориентированием в здании?	Да	31
	Нет	69
Сможете ли Вы самостоятельно (без помощи персонала) выйти из здания?	Да	87
	Нет	13
Известно ли Вам, что надо делать при пожаре?	Да	81
	Нет	19
Знакомы ли Вы с планом эвакуации?	Да	69
	Нет	31
Примечание. Всего было опрошено 70 чел., большинство из которых (66 %) были в возрасте старше 65 лет.		

русском доме-интернате для престарелых и инвалидов (табл. 5).

Данные табл. 5 показывают, что контингент проживающих в доме-интернате состоит в основном из пожилых людей старше 65 лет, из которых 71 % имеет сложности с движением, слухом или зрением, причем 13 % из них при пожаре не смогут самостоятельно выйти из здания.

Опыт эксплуатации больниц, имеющих гораздо более длительную историю проектирования, чем современные дома-интернаты для престарелых (их первые типовые проекты появились в СССР в 50–60-е годы), показывает, что первые попытки регулирования пожарной безопасности в больницах предпринимались в нашей стране еще в 30-х годах прошлого века [13, 14]. Пристальное внимание к вопросам безопасной эвакуации людей с физическими ограничениями, в том числе из больниц, в нашей стране и в других странах отмечается с 80-х [15, 16] и особенно с 90-х годов прошлого века [8–11, 17–24]. Однако, как правило, авторами этих исследований рассматривались лишь отдельные особенности эвакуации такого состава людей и анализ пожаров в больницах [16]: способы и скорость переноски немобильных пациентов персоналом [10, 15], различные характеристики пешеходного движения инвалидов [17, 20], особенности эвакуации по лестницам и пандусам [21, 23], специфика отработки плана эвакуации в больницах [24] и даже отдельные аспекты движения смешанных людских потоков [18].

Анализируя современные нормативные документы разных стран, можно отметить, что основные

требования пожарной безопасности направлены на деление здания на пожарные отсеки и секции, нормирование размеров эвакуационных путей и выходов, оснащенность здания системами дымоудаления и пожаротушения, противопожарным водопроводом и т. п. Однако, для того чтобы **оценить возможности** людей эвакуироваться из таких зданий, необходимо, по крайней мере, **знать характеристики пациентов с точки зрения их мобильности и возможностей персонала по их эвакуации.**

В настоящее время в практике архитектурно-строительного проектирования и в области пожарной безопасности используется наиболее полная проработанная классификация, приведенная в табл. 2. На ее основе был проведен опрос среди лечащих врачей в 13 клинических больницах г. Москвы для установления группы мобильности пациентов различных отделений [25]. Всего было рассмотрено около 3,5 тыс. историй болезней. Результаты классификации представлены в табл. 6.

Данные табл. 6 свидетельствуют о том, что число людей с нарушениями функций организма, ведущими к ограничению мобильности, составляет от 17 % в гинекологическом отделении до 85 % — в неврологическом. Небольшое число нетранспортабельных пациентов есть практически в каждом отделении. В реанимационных и операционных блоках все пациенты являются нетранспортабельными. Наибольшее число немобильных пациентов наблюдается в неврологических и гинекологических отделениях, пациентов категории М2 (с самой низкой скоростью передвижения) — в кардиологических, терапевтических и неврологических отделениях. Интересно отметить, что такая классификация проводилась и ранее, но по другим классификационным признакам [26].

Результаты опроса показывают необходимость использования двух дополнительных групп мобильности, определенных в примечаниях к табл. 6.

Такое общее разделение людей на две группы по мобильности распространяется не только на стационары больниц, но и на другие социальные учреждения для пожилых людей и инвалидов. Так, в социальных учреждениях стационарного типа размещение престарелых людей для проживания либо временного пребывания рассчитано на два типа отделений:

- отделения общего типа, предназначенные для пожилых людей с сохраненной двигательной активностью и способностью к самообслуживанию;
- отделение “Милосердие” на 25–50 коек, предназначенное для пожилых людей с ограниченной подвижностью и неспособных к самообслуживанию.

Таблица 6. Количество пациентов различных групп мобильности в отделениях больницы

Больничное отделение	Число пациентов различных групп мобильности, %					
	M1	M2	M3	M4	Немобильные*	Нетранспортабельные**
Терапевтическое	27	55	11	6	1	—
Неврологическое	15	50	9	7	17	2
Онкологическое	41	37	10	7	4	1
Кардиологическое	24	61	6	5	3	1
Химиотерапевтическое	40	40	10	6	3	1
Хирургическое	42	41	6	5	4	2
Пульмонологическое	58	32	5	5	—	—
Урологическое	41	43	7	6	3	—
Нейрохирургическое	42	12	30	9	5	2
Гинекологическое (с учетом родильного отделения)	83	3	4	—	10	—

* Немобильные люди (пациенты) — люди, которые не способны к самостоятельному передвижению по состоянию здоровья и эвакуация которых возможна на носилках либо каталках.

** Нетранспортабельные люди (пациенты) — люди, которые не способны к самостоятельному передвижению по состоянию здоровья и эвакуация которых на обычных носилках либо каталках невозможна (операционные больные, подключенные к больничному оборудованию, инвалиды с повреждением позвоночника и т. п.).

Величина пожарного риска для данного вида зданий характеризуется значениями, приведенными в табл. 7.

Как видно из табл. 7, существуют проблемы организации эвакуации малоподвижных и немобильных людей из социальных учреждений.

Проблемы эвакуации малоподвижных людей

Пожилые люди испытывают при пешеходном движении весьма серьезные проблемы. Собственно, именно поэтому люди группы мобильности M2 имеют самую низкую нормируемую скорость передвижения — в несколько раз ниже, чем у взрослых здоровых людей (см. табл. 3). Однако немощные люди, мобильность которых снижена из-за старения организма, имеют еще более низкие значения соответствующих параметров движения. Значительное влияние на престарелых людей оказывает вид дополнительных опор, используемых ими для передвижения.

Как правило, низкая скорость передвижения связана с целым комплексом возрастных физиологических процессов. Наиболее серьезно они проявляются в нарушениях равновесия и ходьбы, которые встречаются довольно часто и могут быть вызваны различными возрастными заболеваниями (например, парадоксальной акинезией, паркинсонизмом, дисбазией и др.) [27–29]. Эти нарушения проявляются различным образом. Например, могут наблюдаться проблемы инициации и способности поддерживать движение: при попытке начать ходьбу ноги как будто “приклеиваются” к полу, поэтому, для того чтобы сделать первый шаг, престарелый человек вынужден долго переминыться с ноги на ногу или раскачивать туловище и ноги в передне-заднем направлении. При повороте, преодолении препятствия, прохождении через узкий проем, что требует переключения двигательной программы, пожилой человек может внезапно “застыть”. При этом его ноги останавливаются “как вкопанные”, а туловище продолжает движение вперед, что может привести к падению. Вообще падения пожилых людей отмечаются достаточно часто: такие эпизоды в течение года отмечаются у 28–45 % пожилых, а среди лиц, находящихся в домах престарелых, — у 45–61 %. Причиной остановки движения могут стать и зрительные стимулы (например, веревка на полу). Кроме того, вопрос, заданный при движении, внезапный звук или неожиданное прикосновение

Таблица 7. Фактическая величина индивидуального пожарного риска в социальных учреждениях с пребыванием престарелых людей

Фактор	Год			
	2009	2010	2011	2012
Число престарелых граждан, проживающих в социальных учреждениях, тыс. чел.	244	245	245	247
Число престарелых граждан, погибших в результате пожаров в социальных учреждениях, чел.	24	12	5	2
Фактическая величина пожарного риска	$98,3 \cdot 10^{-6}$	$48,9 \cdot 10^{-6}$	$20,4 \cdot 10^{-6}$	$8,0 \cdot 10^{-6}$

Таблица 8. Значения a_j , D_{0j} , V_{0j} и $\sigma(V_0)$ при движении престарелых людей, способных к самостоятельной эвакуации, по различным видам путей в учреждениях социального обслуживания граждан пожилого возраста

Вид пути	Группа мобильности	a_j	D_{0j} , чел./м ²	V_{0j} , м/мин	$\sigma(V_0)$, м/мин
Горизонтальный	Не пользующиеся опорами	0,425	0,86	45	11,4
	Пользующиеся одной опорой	0,428	0,96	25	5,8
	Смешанный состав	0,424	0,90	35	14,2
Проем	Не пользующиеся опорами	0,253	0,18	50	15,0
	Пользующиеся одной опорой	0,456	1,02	20	5,8
	Смешанный состав	0,355	0,55	30	21,2
Лестница вниз	Не пользующиеся опорами	0,367	0,62	30	7,0
	Пользующиеся одной опорой	0,505	1,26	20	5,0
	Смешанный состав	0,433	0,93	25	21,2
Лестница вверх	Не пользующиеся опорами	0,414	0,88	30	3,6
	Пользующиеся одной опорой	0,338	0,56	20	4,3
	Смешанный состав	0,377	0,72	25	7,0
Пандус вниз	Не пользующиеся опорами	0,468	1,11	40	7,8
	Пользующиеся одной опорой	0,353	0,58	25	0,4
	Смешанный состав	0,411	0,84	35	10,6
Пандус вверх	Не пользующиеся опорами	0,389	0,92	35	6,5
	Пользующиеся одной опорой	0,368	0,72	15	0,7
	Смешанный состав	0,376	0,81	25	14,1

также могут привести к замедлению движения или к остановке.

Как показывают обследования, среди людей, способных к самостоятельному передвижению, следует выделить группы: передвигающихся без опор, передвигающихся с одной или двумя дополнительными опорами (трости, костыли, ходунки). Для уточнения зависимостей между параметрами движения людей этой группы мобильности были проведены специальные исследования. Полученные данные показывают, что изменение скорости движения маломобильных людей пожилого возраста в зависимости от плотности потока имеет тот же вид закономерности, что и описываемые ранее [2, 30]:

$$\bar{V}_{Dj} = \bar{V}_{0j} \left(1 - a_j \ln \frac{D_j}{D_{0j}} \right), \quad (1)$$

где V_{Dj} — случайная функция скорости потока на j -м виде пути при его плотности D , м/мин;

V_{0j} — случайная величина скорости свободного движения потока по j -му виду пути (при $D \leq D_{0j}$), м/мин;

$a_j \ln(D_j/D_{0j})$ — математическое выражение реакции людей на увеличение плотности потока;

a_j — коэффициент адаптации людей к движению по j -му виду пути при увеличении плотности потока;

D_j — плотность людского потока на j -м участке пути;

D_{0j} — пороговое значение плотности потока на участке пути j -го вида, по достижении которого плотность начинает оказывать влияние на скорость движения в нем людей.

Однако числовые характеристики случайной величины скорости свободного движения и коэффициенты в формуле (1) приобретают иные значения [31] (табл. 8).

Теоретическое корреляционное отношение η_t , характеризующее тесноту связи между анализируемыми параметрами, в полученных зависимостях скорости движения для различных видов пути при потоках, состоящих из престарелых людей, во всех рассмотренных случаях имеет значение выше 0,97, что характеризует полученную зависимость как функциональную.

Эвакуация немобильных людей

Эвакуация немобильных людей из отделений “Милосердие” и стационаров больниц не может быть проведена иначе как при помощи персонала, который вынужден перемещать их тем или иным способом из палат непосредственно с кроватей в безопасную зону наружу. Однако большинство из известных способов ручного перемещения людей (рис. 3), так же как и использование современных спасательных устройств типа всякого рода спасательных рукавов или винтовых спусков, неприемлемы для эвакуации немобильных людей преклонного возраста,



Рис. 3. Экспериментальная оценка эффективности эвакуации немобильных людей различными способами

“прикованных” к кровати болезнями (инфаркт миокарда, аритмия сердца, сердечная недостаточность, инсульт). Эвакуация с помощью таких устройств сопровождается деформацией тела спасаемого человека и может усилить воздействие на него стрессовой ситуации, что может привести к летальному исходу. Поэтому в распоряжении медперсонала остается практически единственный способ спасения немобильного старого человека — использование носилок.

Тогда процесс спасения можно разделить на этапы: 1) подготовка; 2) (транспортировка + возвращение), умноженные на количество “рейсов”. Каждый этап включает ряд операций, продолжительность которых можно оценить расчетным путем:

$$t_{\text{сп.р}} = \left(t_1 + t_2 + \frac{L_1}{V_1^{\text{н}}} + \frac{L_2}{V_2^{\text{н}}} + \frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} \right) \times \frac{N_{\text{нм}}}{0,5 N_{\text{сп}}} - \left(\frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} \right), \quad (2)$$

где $t_{\text{сп.р}}$ — расчетное время процесса спасения;

t_1 — время укладывания человека, неспособного к самостоятельной эвакуации, на носилки, мин;

t_2 — время перекалывания человека, неспособного к самостоятельной эвакуации, с носилок на подготовленную горизонтальную поверхность, мин;

L_1, L_2 — длина пути спасения соответственно по горизонтальному пути и по лестнице, м;

V_1, V_2 — скорость передвижения медперсонала (спасателей) соответственно по горизонтальному пути и по лестнице вверх с носилками без спасаемого человека, м/мин;

$V_1^{\text{н}}, V_2^{\text{н}}$ — скорость передвижения медперсонала соответственно по горизонтали и по лестнице вниз со спасаемым человеком, лежащим на носилках, м/мин;

$N_{\text{нм}}$ — число людей, неспособных к самостоятельной эвакуации;

$N_{\text{сп}}$ — число спасателей.

Однако обоснованные данные, характеризующие в формуле (2) возможности персонала ($t_1, t_2, V_1^{\text{н}}, V_2^{\text{н}}$), в нормировании отсутствуют, поскольку в научной литературе известны лишь эпизодические сведения о наблюдении за этими этапами спасения. Например, две медсестры, женщины среднего возраста, без явной угрозы для своего здоровья не могут переместить пациента весом 90 кг даже с кровати на носилки (рис. 4), а самым сложным элементом эвакуации для медработников-женщин оказывается перемещение пациента на носилках по лестнице. Во-первых, далеко не все люди физически способны к такой тяжелой работе. Во-вторых, при эвакуации по вертикальным эвакуационным путям решающее значение оказывают размеры лестничной площадки: чем она



Рис. 4. Перекладывание пациента с кровати на носилки: самый первый этап эвакуации вызывает сложности

шире, тем быстрее происходит разворот, что сокращает общее время движения. При ширине лестничного марша менее 1,2 м стандартные носилки (длиной 2,1 м) развернуть крайне сложно.

Отмечается также, что у медработников-женщин наблюдается резкое снижение скорости и дальности переноски по лестнице пациентов весом 60 кг. При этом предел физических сил у переносящих носилки людей, как женщин, так и мужчин, возникает не из-за общей усталости организма, а в результате креатуры (забитости) мышц рук. Было выявлено, что больше всего напрягаются у людей, переносящих носилки, мышцы предплечий, работающие на сжатие пальцев. При продолжительной переноске носилок с пациентом из-за креатуры мышц предплечий ручки носилок могут просто выскользнуть из пальцев, что может привести к травме переносимого человека. Для того чтобы этого избежать, можно применять при переноске дополнительные средства, например ремни или лямки, подобные используемым тяжелоатлетами для поднятия штанги, что позволит нести носилки более продолжительное время.

Эти и подобные им сведения, безусловно, полезны при проектировании зданий стационаров и организации эвакуации из них. Однако что они дают для расчета численности персонала, необходимой для эвакуации немобильных пациентов за короткий период времени до появления на путях эвакуации опасных факторов пожара (ОФП)? Ничего! В связи с этим следует рассматривать как большое достижение результаты исследований [3], позволившие впервые установить психофизически обоснованные зависимости между параметрами операций, осуществляемых медперсоналом (мужчинами и женщинами) в процессе спасения, которые позволяют

нормировать силы и средства спасения из зданий стационаров больниц и домов-интернатов для престарелых людей и инвалидов класса функциональной пожарной опасности Ф1.1.

Эвакуация нетранспортабельных людей

Эвакуация нетранспортабельных людей представляет особую сложность, поскольку приходится производить эвакуацию больных в положении лежа на кроватях, каталках или специальных средствах эвакуации с автономно работающим медицинским оборудованием при участии лечащих врачей и специально подготовленных медработников.

Задача эвакуации немобильных людей по лестнице, а также людей, передвигающихся на креслах-колясках, до сих пор фактически не решена, поэтому ведется разработка устройств, позволяющих транспортировать инвалидов-колясочников и немобильных больных по лестницам, не прибегая к переноске их на руках.

Для транспортирования людей, неспособных самостоятельно передвигаться по лестнице, эффективным способом эвакуации является использование специального приспособления — эвакуационного стула. Такие устройства массово используются за рубежом. Эвакуационный стул представляет собой специальное кресло, приспособленное для движения как по горизонтальному пути, так и по лестнице. Испытания таких устройств были проведены, например, в Великобритании [32].

Результаты сравнительного анализа параметров эвакуации людей различными способами, в том числе с помощью эвакуационного стула, приведены в табл. 9.

Из табл. 9 видно, что эвакуационный стул имеет безусловное преимущество перед традиционными способами эвакуации: высокая скорость передвижения, доступность для женщин, необходимость только одного ассистента для обеспечения передвижения.

Таблица 9. Обобщенные результаты экспериментов по эвакуации человека весом 60 кг по лестнице на носилках, инвалидных креслах и эвакуационных стульях

Параметр	Носилки	Переноска инвалидного кресла на руках	Эвакуационный стул
Число человек, требуемое для управления эвакуационным средством на лестнице	2	2–4	1
Средняя скорость V , м/мин	45,0	13,0–18,5	39,1
Возможность для женщин	Ограничена	Ограничена	Да



Рис. 5. Эвакуационный стул, разработанный российскими специалистами

Сотрудниками кафедры пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России был разработан и испытан опытный образец эвакуационного стула, представленный на рис. 5.

Возможность использования эвакуационных стульев актуальна не только для стационаров лечебных учреждений, но и для домов для престарелых, в которых число людей, неспособных к самостоятельному передвижению, составляет от 50 до 70 %. Эта проблема обостряется в ночное время, поскольку на 5 чел. персонала может приходиться 28 немобильных людей.

Результаты исследований показывают, что весьма проблематично обеспечить своевременность эвакуации при пожаре из зданий, основной функциональный контингент которых состоит из людей рассмотренных групп мобильности, несмотря на все предпринимаемые меры и разрабатываемые средства перемещения людей по лестницам.

Нормирование использования лифтов при эвакуации в чрезвычайных ситуациях

В свете изложенного вызывает сомнение корректность требования п. 14 ст. 89 ФЗ № 123 [1], согласно которому “эвакуационные пути не должны включать лифты”. Приведенные в этом разделе данные показывают его полную несостоятельность применительно к зданиям, основной функциональный контингент которых составляют малоподвижные люди. Поэтому естественно, что в отечественном нормировании первый шаг к использованию лифтов при чрезвычайных ситуациях сделан в СНиП 35-01-2001 [2].

Вопрос о необходимости использования лифтов при эвакуации людей впервые был поставлен в

1969 г. [33] на основании исследований оптимизации процесса движения людских потоков из высотных зданий [34]. К тому времени еще не существовало лифтов для пожарных.

В 1971 г. один из зарубежных исследователей высказался по этому поводу следующим образом: “Проведенные исследования показали, что, кроме опасности сердечных приступов, использование лестниц плохо еще и потому, что они не обеспечивают пропускную способность, необходимую для высотных зданий. Существующие нормы предписывают одинаковое число лестничных клеток как для 2-х, так и 102-этажных зданий. Официальная политика в области противопожарной защиты заключается в том, что в случае пожара для эвакуации людей должны быть использованы лестничные клетки, а не лифты. Каждый, кто спускался хотя бы раз в лифте, а также пешком по 50-этажной лестнице, может сказать, что правильным является обратное решение” [35]. Сегодня имеются данные [36, 37], что даже при свободном движении люди испытывают усталость после 5 мин спуска, а при спуске приблизительно с 18-го этажа они “страдают от усталости”.

Соответствует ли такое положение принципу “доступности зданий и сооружений” не только для маломобильных, но и здоровых людей? **Доступно войти, но недоступно выйти, когда безопасность жизни исчисляется минутами.** Население высотных зданий давно “проголосовало” за использование лифтов для эвакуации: “... в многоэтажных зданиях лифты используются частью людей, а иногда и большинством, для эвакуации до тех пор, пока они действуют” [38].

Как показывают исследования вариантов организации эвакуации из зданий высотного комплекса “Россия” [39], использование лифтов дает возможность организовать комбинированную поэтапную эвакуацию, обеспечивающую значительное сокращение общей продолжительности эвакуации людей из высотных зданий и снижение плотности людского потока до 3–4 чел./м² вместо 7–9 чел./м². Продолжительность эвакуации приближается к 25 мин (расчетная — 24,9 мин) вместо 80 мин при одновременной пешеходной эвакуации.

В мировой практике на протяжении последних 30 лет отсутствовали не только единые противопожарные требования к лифтам, но и оценка возможности их использования для эвакуации. Положение решительно изменилось после разрушения высотных зданий Всемирного торгового центра в Нью-Йорке 11 сентября 2001 г. В отчете по анализу последствий этой трагедии “Final Report on Collapse of the World Center Towers” (NIST NCSTAR 1. USA, 2005) указывается: “Использование лифтов и активные самостоятельные действия при эвакуации со-

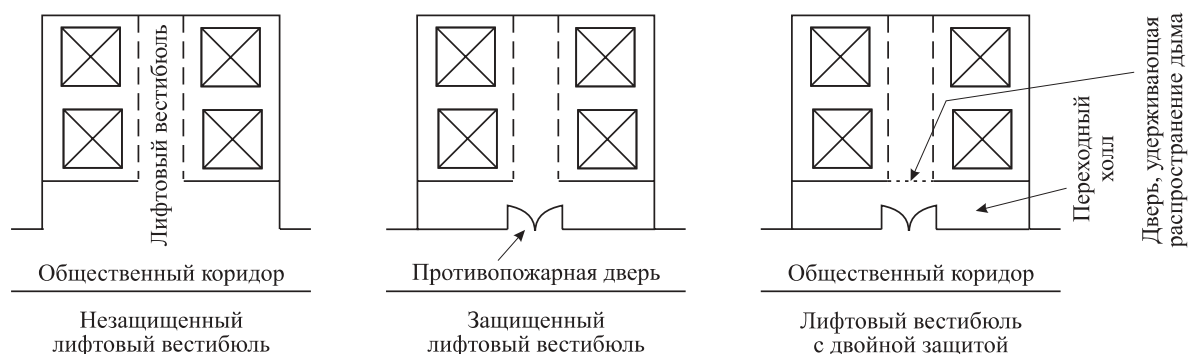


Рис. 6. Варианты защиты лифтовых холлов от воздействий ОФП

хранили жизнь примерно 3 тысячам человек”. Теперь NFPA регламентированы [40, 41] требования для эвакуационного лифта и организации его использования при возникновении пожара. Нормативно-правовой документ IBC (международные строительные нормы) [42] устанавливает, что для зданий выше 128 м при наличии эвакуационного лифта допускается не устраивать дополнительную лестничную клетку. Британский стандарт [43] ввел также понятие “эвакуационный лифт” и регламентировал технические и организационные требования по его использованию. Но основным международным документом по использованию “эвакуационного лифта” является международный стандарт ISO/TR 25743–2010 [44]. Цель документа — оценка проектных решений лифта для возможности его использования при чрезвычайной ситуации (в том числе при пожаре).

В наши дни изучается не столько вопрос о допустимости использования лифта при пожаре, сколько:

- организация работы лифта при эвакуации и поведение людей при его использовании [45];
- выбор пути эвакуации (лестничная клетка или лифт) при ЧС и в нормальных условиях [46];
- программирование лифта для эвакуации людей, как маломобильных, так и всех проживающих или находящихся на этаже;
- моделирование эвакуации посредством лифтов.

Современные требования к противопожарной защите лифтовых установок в высотных зданиях обеспечивают их безопасность на уровне незадымляемых лестничных клеток, а лифты, работающие при пожаре, относятся к электроприемникам 1-й особой и 1-й категорий надежности, что гарантирует их бесперебойную работу.

Федеральным законом от 10.07.2012 г. № 117-ФЗ в п. 15 ст. 89 Федерального закона № 123 [1] была введена новая часть, излагающая эти требования в следующей редакции:

“15. Для эвакуации со всех этажей зданий групп населения с ограниченными возможностями передвижения допускается предусматривать на этажах

вблизи лифтов, предназначенных для групп населения с ограниченными возможностями передвижения, и (или) на лестничных клетках **устройство безопасных зон**, в которых они могут находиться до прибытия спасательных подразделений. При этом к указанным лифтам предъявляются такие же требования, как и к лифтам для транспортировки **подразделений пожарной охраны**. Такие лифты могут использоваться для спасения групп населения с **ограниченными возможностями передвижения во время пожара**”.

Для отечественной практики представляют интерес рассматриваемые за рубежом варианты использования лифтовых холлов (по зарубежной терминологии — вестибюлей). На рис. 6 представлены три варианта лифтовых холлов, наиболее безопасными из которых признаны холлы с двойной защитой.

Однако следует иметь в виду, что за рубежом не распространена защита лифтового узла от проникновения опасных факторов пожара путем создания в шахтах лифтов или лифтовых холлах избыточного давления (подпора) воздуха, которое препятствует проникновению ОФП в лифтовые узлы. В нашей же стране ст. 88 ФЗ № 123 [1] требует: “В зданиях, сооружениях и строениях высотой 28 и более метров шахты лифтов, не имеющих у выхода из них тамбур-шлюзов с избыточным давлением воздуха, должны быть оборудованы системой создания избыточного давления воздуха в шахте лифта при пожаре”, т. е. для обеспечения условий безопасности от проникновения опасных факторов пожара **создается избыточное давление в лифтовых узлах — либо в шахтах, либо в лифтовых холлах**. Данное, безусловно прогрессивное, положение является одним из важных и надежных препятствий проникновению ОФП в лифтовый узел и обеспечивает безопасность находящихся в лифтовых узлах людей.

Создание избыточного давления, несомненно, более эффективно, чем применение лифтовых холлов с двойной защитой. Учет этого положения актуален для стационаров больниц, в которых операционные

с нетранспортабельными пациентами располагаются, как правило, на верхних этажах зданий.

В стационарах же больниц и социальных учреждениях для пожилых людей и инвалидов, в которых помещения для малоподвижных, немобильных и нетранспортабельных пациентов находятся в малоэтажных зданиях, учитывая также ограниченные возможности медперсонала по спасению пациентов, целесообразно использовать лифты. Но в этом случае более рациональным может быть устройство лифтовых холлов с двойной защитой или подход к лифтам через воздушную зону с использованием для этого галерей летних помещений.

Зоны пожарной безопасности

Анализ обеспечения безопасности людей при пожаре [34] показывает необходимость организации двух типов зон безопасности: на этажах здания и на территории вне зоны возможного обрушения здания.

Зоны пожарной безопасности на этажах здания должны обеспечивать безопасность людей, находящихся на каждом из этажей, в случае если они не могут своевременно эвакуироваться с этажа (до угрозы воздействия на них опасных факторов пожара, распространяющихся по этажу), что весьма вероятно для рассматриваемых видов зданий. Это зоны временной безопасности. Такие зоны нельзя устраивать только на некоторых (например, технических) этажах или в виде “карманов”, используя для этого помещения, которые в нормальных условиях эксплуатации имеют другое назначение. Это мнимое обеспечение безопасности: до зон на технических этажах противопожарных отсеков большинство маломобильных людей с других этажей просто не сумеют добраться из-за своих физических возможностей, а на своевременную эвакуацию в них всех неподвижных и нетранспортабельных людей персоналом будет недостаточно времени. Среди же

людей, оказавшихся в “карманах”, весьма вероятно возникновение паники, поскольку они будут ощущать себя попавшими в ловушку (из-за невозможности продолжать дальнейшее движение).

Наиболее кардинальные предложения по организации мест безопасности в пределах этажа, которые встречаются в научно-технических публикациях, предусматривают:

- деление этажа на две противопожарные зоны противопожарной преградой;
- обеспечение не менее двух путей для перехода из одной части этажа в другую через противопожарную стену;
- защиту каждого из таких проходов двумя дверями, открытыми при нормальной эксплуатации и автоматически закрывающимися при помощи магнитных защелок по сигналу от пожарного извещателя;
- расположение лифтов в двух группах, по одной с каждой стороны противопожарной преграды;
- наличие вблизи от каждой группы лифтов по одной лестничной клетке.

Предусматривается, что лифты, расположенные на стороне пожара, на горящем этаже не останавливаются. Такое решение позволит обеспечить: горизонтальные пути эвакуации в безопасную зону, где будет достаточно времени для эвакуации в спокойной обстановке; возможность использования лифтов, расположенных в зоне, защищенной от распространения пожара, для эвакуации людей и подъема пожарной команды, которая будет иметь на горящем этаже свободную от огня зону.

Зона пожарной безопасности на территории вне радиуса возможного обрушения здания является зоной рассредоточения людей по территории города. Движение до нее людей, покидающих эвакуируемое здание, является четвертым этапом эвакуации, который в настоящее время в нашей стране не нормируется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобрен Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I), ст. 3579.
2. СНИП 35-01-2001. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения : постановление Госстроя России от 16.07.2001 г. № 73: введ. 01.09.2001 г. — М. : ГУП ЦПП, 2001; ОАО “ЦПП”, 2008.
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382; введ. 30.06.2009 г. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
4. Истратов Р. Н. Исследование возможностей спасения при пожаре немобильных людей из стационаров лечебно-профилактических и социальных учреждений // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23, № 6. — С. 54–63.

5. Степанов В. К. Архитектурная среда обитания инвалидов и престарелых. — М. : Стройиздат, 1989.
6. Калмет Х. Ю. Жилая среда для инвалидов. — М. : Стройиздат, 1990.
7. ВСН 62–91*. Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей инвалидов и маломобильных групп населения. — М. : Минстрой России, ГП ЦПП, 1994.
8. Шурин Е. Т., Апаков А. В. Выделение групп населения по мобильным качествам и индивидуальное движение в людском потоке как основа моделирования движения “смешанных” людских потоков при эвакуации // Проблемы пожарной безопасности в строительстве : сб. статей. — М. : Академия ГПС МВД РФ, 2001. — С. 36–42.
9. Кирюханцев Е. Е., Холщевников В. В., Шурин Е. Т. Первые экспериментальные исследования движения инвалидов в общем потоке // Безопасность людей при пожарах. — М. : ВИПТШ МВД РФ, 1999.
10. Шурин Е. Т., Самошин Д. А. Результаты экспериментов по определению некоторых параметров эвакуации немобильных людей при пожаре // Системы безопасности: 10-я научно-техническая конференция. — М. : Академия ГПС МВД РФ, 2001. — С. 114–117.
11. Организация эвакуации при пожарах, стихийных бедствиях и других чрезвычайных ситуациях для обеспечения безопасности маломобильных групп населения : отчет по научно-исследовательской работе. — М. : МИПБ МВД России, 1997.
12. СП 35-101-2001. Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения : приказ ГУП “Ин-т общественных зданий” от 20.06.2001 г.; введ. 16.07.2001 г. — М. : ГУП ЦПП, 2001.
13. Яичков К. М. Защита лечебных учреждений от пожаров. — М., 1931.
14. Эвакуация из больниц больных и служебного персонала во время пожара. Положение. — Тбилиси : Наркомздравоохранения, 1938.
15. Hall J. Patient evacuation in hospitals // Canter D. (ed.). Fires and human behaviour. — London : David Fulton Publisher, 1980.
16. Bryan J. L., Milke J. A. The determination of behavioral response patterns in fire situations. Project people II. Final Report — Health Care Report. — Washington, DC : Centre for Fire Research, National Bureau of Standards, 1981.
17. Boyce K. E. Egress capabilities of people with disabilities: PhD thesis. — University of Ulster, 1996.
18. Shimada T., Naoi H. An experimental study on the evacuation flow of crowd including wheelchair users // Fire Science and Technology. — 2006. — Vol. 25, No. 1. — С. 1–14.
19. Miyazaka K., Matsukura H., Katuhara M. Behaviour of pedestrian group overtaking wheelchair user // Proceedings of the 2nd International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics. — Greenwich, UK, 20–22 August 2003. — P. 267–278.
20. Brand A., Sorqvist M., Hakansson P., Johanson J. E. Evacuation safety for locomotion disabled people // Proceedings of the Second International Symposium on Human Behaviour in Fire. — Boston, USA, 2001. — P. 445–450.
21. Hedman G. Stair descent devices: an overview of current devices and proposed framework for standards and testing // Proceedings of the Fourth International Symposium on Human Behaviour in Fire. — Cambridge, UK, 2009. — P. 601–606.
22. Adams A. P. M., Galea E. R. An experimental evaluation of movement devices used to assist people with reduced mobility in high-rise building evacuations // Proceedings of the Fifth International Conference Pedestrian and Evacuation Dynamics. — New York, USA, 2011. — P. 129–138.
23. Yoshimura H., Fujimoto M. Development of step-by-step ramps for assisting wheelchair users’ evacuation in emergencies // Proceedings of the Third International Symposium on Human Behaviour in Fire. — Belfast, UK, 2004. — P. 507–512.
24. Arno G., Buckens F. M. A. Hospital evacuation drills: how to start? // Emergency evacuation of people from buildings : International Scientific and Technical Conference. — Warsaw, Poland, 2011. — P. 35–42.
25. Самошин Д. А., Истратов Р. Н. Оценка мобильных качеств пациентов различных отделений городских клинических больниц // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20, № 12. — С. 42–44.
26. Norma CSSR CSN 73 0835. Pozarni Bezpecnost Staveb. Bodovy Dravotnickych Zarizeny. — 1980 / Пожарная безопасность зданий. Здания учреждений здравоохранения // Всесоюзный центр переводов. — М., 1983.

27. Антоненко Л. М. Особенности нарушений поддержания равновесия и ходьбы у больных пожилого возраста с болезнью Паркинсона, мультисистемной атрофией, прогрессирующим надъядерным параличом : автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 2005.
28. Дамулин И. В., Яхно Н. Н. Падения в пожилом возрасте // Врач. — 2000. — № 7. — С. 7–12.
29. Брызжакина В. Г., Дамулин И. В., Яхно Н. Н. Нарушения ходьбы и равновесия при дисциркуляторной энцефалопатии. Сообщение 1 // Неврологический журнал. — 2004. — № 2. — С. 11–17.
30. Холицевников В. В. Закономерность связи между параметрами людских потоков : диплом № 24–S на открытие в области социальной психологии. — М. : Российская академия естественных наук, Международная академия авторов научных открытий и изобретений, Международная ассоциация авторов научных открытий, 2005.
31. Истратов Р. Н. Проблемы эвакуации людей из стационаров больниц // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы : сб. матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктов (аспирантов). В 2 ч. — Ч. 1. — Минск : КИИ, 2012. — С. 76–78.
32. Adams A. P. M., Galea E. R. An experimental evaluation of movement devices used to assist people with reduced mobility in high-rise building evacuations // Peacock R. D., Kuligowski E. D., Averill J. D. (eds.). Pedestrian and Evacuation Dynamics : Proc. of 5th Int. Conf., March 8–10 2010. — New York : Springer, 2011. — P. 129–138. doi: 10.1007/978-1-4419-9725-8 12.
33. Великовский Л. Б., Холицевников В. В. Вопросы эвакуации из высотных зданий // Архитектура СССР. — 1969. — № 1. — С. 46–49.
34. Холицевников В. В. Оптимизация путей движения людских потоков. Высотные здания : дис. ... канд. техн. наук (науч. рук. В. М. Предтеченский). — М. : МИСИ, 1969.
35. Patton R. M. Fire-safety for the high-rise building // ASHRAE Journal. — 1971. — Vol. 13, No. 4.
36. Pauls J. The movement of people in buildings and design solutions for means of egress // Fire Technology. — 1984. — Vol. 20, Issue 1. — P. 27–47.
37. So A., Lai T., Yu J. Lift logic // FEJ and FP, August 2003.
38. Watrour Lanrece D. The ease for evacuating high-rise buildings // Elevator World. — 1972. — No. 11.
39. Холицевников В. В. Эвакуация людей из высотных зданий : учебное пособие. — М. : МГСУ, 2011.
40. NFPA 101. Life Safety Code, 2009. URL : www.nfpa.org (дата обращения: 06.05.2014 г.).
41. NFPA 5000. Building Construction and Safety Code, 2009. URL : www.nfpa.org (дата обращения: 06.05.2014 г.).
42. 2009 International Building Code. — USA : International Code Council, Inc., 2009.
43. BS 9999:2008. Code of practice for fire safety in the design, management and use of buildings. URL : [http://www.constructionstudents.co.uk/resources/BS %209999 %202008.pdf](http://www.constructionstudents.co.uk/resources/BS%209999%202008.pdf) (дата обращения: 06.05.2014 г.).
44. ISO/TR 25743:2010. Lifts (elevators) – Study of the use of lifts for evacuation during an emergency. Standard by International Organization for Standardization (Technical Report), 04/01/2010.
45. Kinsey M. J., Galea E. R., Lawrence P. J. Stairs or lifts? — A study of human factors associated with lift/elevator usage during evacuations using an online survey // Pedestrian and Evacuation Dynamics. Peacock R. D., Kuligowski E. D., Averill J. D. (eds.). — New York : Springer, 2011. — P. 627–636. doi: 10.1007/978-1-4419-9725-8 56.
46. Kinsey M. J., Galea E. R., Lawrence P. J. Human factors associated with the selection of lifts/elevators or stairs in emergency and normal usage conditions // Fire Technology. — 2012. — Vol. 48, No. 1. — P. 3–26. doi: 10.1007/s10694-010-0176-7.

Материал поступил в редакцию 15 мая 2014 г.

English

PROBLEMS OF FIRE SAFETY OF DISABLED PEOPLE IN BUILDINGS WITH THEIR MASS PRESENCE

KHOLSHCHEVNIKOV V. V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Architectural-Construction Design Department, Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; e-mail address: reglament2004@mail.ru)

SAMOSHIN D. A., Candidate 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; e-mail address: inbox-d@mail.ru)

ABSTRACT

The article considers the problems of fire safety of people with disabilities. Nowadays in our country the number of people whose mobility is reduced compared with healthy adult people exceeds 50 millions. Analysis of the statistical data showed that the magnitude of individual fire risk for people officially recognised as disabled in 2013 is $54.5 \cdot 10^{-6}$. Especially hard to ensure the safety of people with limited functions of the organism in their places of mass stay — in-patient health care institutions and social protection. Analysis of case histories and staffing agencies has allowed to establish the number of patients to a particular group of mobility, to identify the number immobile and nontransportable patients.

The paper considers the motion parameters of elderly people, capable of independent evacuation. It was found that their motion parameters described previously installed dependence. The peculiarities of salvation immobile and untransportable people were researched. The analytical dependence, allowing to estimate the required number of flights for salvation immobile people different numbers of rescuers. Provides suggestions for organizing the rescue of people using elevators and fire zones.

Keywords: people with disabilities; older people; people with reduced mobility; fire; evacuation; rescue; fire zones; lifts.

REFERENCES

1. Technical regulations for fire safety requirements. Federal Law on 22.07.2008 No. 123. *Sobraniye zakonodatelstva — Collection of Laws of the Russian Federation*, 2008, no. 30 (part I), art. 3579 (in Russian).
2. *Construction norms and regulations 35-01–2001. Accessibility of buildings for people with limited mobility*. Moscow, GUP TsPP Publ., 2001; OAO TsPP Publ., 2008 (in Russian).
3. *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*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009 (in Russian).
4. Istratov R. N. Issledovaniye vozmozhnostey spaseniya pri pozhare nemobilnykh lyudey iz statsionarov lechebno-profilakticheskikh i sotsialnykh uchrezhdeniy [Study on rescue possibilities of immobile people from medical and social institutions in case of fire]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Safety Explosion*, 2014, vol. 23, no. 6, pp. 54–63.
5. Stepanov V. K. *Arkhitekturnaya sreda obitaniya invalidov i prestarelykh* [Architectural environment of the disabled and the elderly]. Moscow, Stroyizdat, 1989.
6. Kalmet Kh. Yu. *Zhilaya sreda dlya invalidov* [Living environment for people with disabilities]. Moscow, Stroyizdat, 1990.
7. *Departmental construction norms 62–91*. Designing the living environment with the needs of the disabled and people with limited mobility*. Moscow, Ministry of Construction of Russia Publ., 1994 (in Russian).
8. Shurin E. T., Apakov A. V. Vydeleniye grupp naseleniya po mobilnym kachestvam i individualnoye dvizheniye v lyudskom potoke kak osnova modelirovaniya dvizheniya “smeshannykh” lyudskikh potokov pri evakuatsii [The selection of population groups through mobile qualities and individual movement in the human stream as the basis of simulation of the movement “mixed” people flows during evacuation]. *Problemy pozharnoy bezopasnosti v stroitelstve: sb. statey* [Problems of fire safety in construction. Collection of articles]. Moscow, State Fire Academy of Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation Publ., 2001, pp. 36–42.
9. Kiryukhantsev E. E., Kholshchevnikov V. V., Shurin E. T. Pervyye eksperimentalnyye issledovaniya dvizheniya invalidov v obshchem potoke [First pilot study of the movement of persons with disabilities in the general stream]. *Bezopasnost lyudey pri pozharakh* [The safety of people during fires]. Moscow, Higher Fire and Technical School of Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation Publ., 1999.

10. Shurin E. T., Samoshin D. A. Rezultaty eksperimentov po opredeleniyu nekotorykh parametrov evakuatsii nemobilnykh lyudey pri pozhare [Results of experiments on defining some of the parameters evacuation immobile people in case of fire]. *Sistemy bezopasnosti: 10-ya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya* [Safety Systems. 10th scientific and technical conference]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2001, pp. 114–117.
11. *Organizatsiya evakuatsii pri pozharakh, stikhiykh bedstviyakh i drugikh chrezvychaynykh situatsiyakh dlya obespecheniya bezopasnosti malomobilnykh grupp naseleniya: otchet po nauchno-issledovatel'skoy rabote* [Organization of evacuation in fires, natural disasters and other emergencies to ensure the security of the disabled population. Report on scientific research work]. Moscow, Moscow Institute of Fire Safety of Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation Publ., 1997.
12. *Set of Rules 35-101-2001. Designing of buildings and constructions taking into account accessibility for people with limited mobility. General provisions*. Moscow, GUP TsPP Publ., 2001 (in Russian).
13. Yaichkov K. M. *Zashchita lechebnykh uchrezhdeniy ot pozharov* [Protection of medical facilities from fires]. Moscow, 1931.
14. *Evakuatsiya iz bolnits bolnykh i sluzhebnoy personala vo vremya pozhara: polozhenie* [Evacuation hospital patients and staff during a fire. Position]. Tbilisi, Narkomzdravookhraneniya Publ., 1938.
15. Hall J. Patient evacuation in hospitals. In: Canter D. (ed.). *Fires and human behaviour*. London, David Fulton Publisher, 1980.
16. Bryan J. L., Milke J. A. *The determination of behavioral response patterns in fire situations. Project people II. Final Report — Health Care Report*. Washington, DC, Centre for Fire Research, National Bureau of Standards, 1981.
17. Boyce K. E. Egress capabilities of people with disabilities: PhD thesis. University of Ulster, 1996.
18. Shimada T., Naoi H. An experimental study on the evacuation flow of crowd including wheelchair users. *Fire Science and Technology*, 2006, vol. 25, no. 1, pp. 1–14.
19. Miyazaka K., Matsukura H., Katuhara M. Behaviour of pedestrian group overtaking wheelchair user. *Proceedings of the 2nd International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics*. Greenwich, UK, 20–22 August 2003, pp. 267–278.
20. Brand A., Sorqvist M., Hakansson P., Johanson J. E. Evacuation safety for locomotion disabled people. *Proceedings of the Second International Symposium on Human Behaviour in Fire*. Boston, USA, 2001, pp. 445–450.
21. Hedman G. Stair descent devices: an overview of current devices and proposed framework for standards and testing. *Proceedings of the Fourth International Symposium on Human Behaviour in Fire*. Cambridge, UK, 2009, pp. 601–606.
22. Adams A. P. M., Galea E. R. An experimental evaluation of movement devices used to assist people with reduced mobility in high-rise building evacuations. *Proceedings of the Fifth International Conference Pedestrian and Evacuation Dynamics*. New York, USA, 2011, pp. 129–138.
23. Yoshimura H., Fujimoto M. Development of step-by-step ramps for assisting wheelchair users' evacuation in emergencies. *Proceedings of the Third International Symposium on Human Behaviour in Fire*. Belfast, UK, 2004, pp. 507–512.
24. Arno G., Buckens F. M. A. Hospital evacuation drills: how to start? *International Scientific and Technical Conference “Emergency evacuation of people from buildings”*. Warsaw, Poland, 2011, pp. 35–42.
25. Samoshin D. A., Istratov R. N. Otsenka mobilnykh kachestv patsientov razlichnykh otdeleniy gorodskikh klinicheskikh bolnits [An evaluation of patient's mobile characteristics in the different departments of the city hospitals]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 12, pp. 42–44.
26. Norma CSSR CSN 73 0835. Pozarni Bezpecnost Staveb. Bodovy Dravotnickych Zarizeny, 1980 [Fire safety of buildings. Building institutions of public health]. Moscow, the All-Union Translation Center Publ., 1983 (in Chekh).
27. Antonenko L. M. *Osobennosti narusheniy podderzhaniya ravnovesiya i khodby u bolnykh pozhilogo vozrasta s boleznью Parkinsona, multisistemnoy atrofii, progressivnykh nadyadernym paralizom: avtoref. dis. kand. med. nauk* [Features violations balance and walk in elderly patients with Parkinson's disease, multiple system atrophy, progressive supranuclear palsy. Abstracts of cand. medic. sci. diss.]. Moscow, 2005.
28. Damulin I. V., Yakhno N. N. Padeniya v pozhilom vozraste [The fall in old age]. *Vrach — The Doctor*, 2000, no. 7, pp. 7–12.

29. Bryzhakhina V. G., Damulin I. V., Yakhno N. N. Narusheniya khodby i ravnovesiya pri distsirkulyator-noy entsefalopatii. Soobshcheniye 1 [Violations walk and balance with discirculatory encephalopathy. Message 1]. *Nevrologicheskiy zhurnal — Journal of Neurolgy*, 2004, no. 2, pp. 11–17.
30. Kholshchevnikov V. V. *Zakonomernost svyazi mezhdu parametrami lyudskikh potokov. Diplom № 24-S na otkrytiye v oblasti sotsialnoy psikhologii* [Relationship between parameters of human flow. Diplom no. 24-S. Scientific discovery in the area of social psychology]. Russian Academy of Natural Sciences, International Academy of Authors of Scientific Discovery and Inventions, International Agency of Authors of Scientific Discovery Publ., 2005.
31. Istratov R. N. Problemy evakuatsii lyudey iz statsionarov bolnits. Obespecheniye bezopasnosti zhizne-deyatelnosti: problemy i perspektivy [Problems of evacuation of people from hospitals. Ensuring life safety: problems and prospects]. *Sb. materialov VI mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii kursantov (studentov), slushateley magistratury i adyunktov (aspirantov)* [Proceedings of VI International Practical Conference of cadets (students), students of a magistracy and postgraduate (postgraduate)]. Minsk, KII Publ., 2012, part 1, pp. 76–78.
32. Adams A. P. M., Galea E. R. An experimental evaluation of movement devices used to assist people with reduced mobility in high-rise building evacuations. In: Peacock R. D., Kuligowski E. D., Averill J. D. (eds.). *Pedestrian and Evacuation Dynamics: Proc. of 5th Int. Conf.*, March 8–10 2010. New York, Springer, 2011, pp. 129–138. doi: 10.1007/978-1-4419-9725-8 12.
33. Velikovskiy L. B., Kholshchevnikov V. V. Voprosy evakuatsii iz vysotnykh zdaniy [The evacuation from high-rise buildings]. *Arkhitektura SSSR — Architecture SSSR*, 1969, no. 1, pp. 46–49.
34. Kholshchevnikov V. V. *Optimizatsiya putey dvizheniya lyudskikh potokov. Vysotnyye zdaniya: dis. kand. tekhn. nauk* [Optimization of routes of movement of people flows. High-rise buildings. Cand. medic. sci. diss.]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering Publ., 1969.
35. Patton R. M. Fire-safety for the high-rise building. *ASHRAE Journal*, 1971, vol. 13, no. 4.
36. Pauls J. The movement of people in buildings and design solutions for means of egress. *Fire Technology*, 1984, vol. 20, issue 1, pp. 27–47.
37. So A., Lai T., Yu J. Lift logic. *FEJ and FP*, August 2003.
38. Watrou Lanrece D. The ease for evacuating high-rise buildings. *Elevator World*, 1972, no. 11.
39. Kholshchevnikov V. V. *Evakuatsiya lyudey iz vysotnykh zdaniy. Uchebnoye posobiye* [Evacuation of people from high-rise buildings. The tutorial]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering Publ., 2011.
40. *NFPA 101. Life Safety Code, 2009*. Available at: www.nfpa.org (Accessed 6 May 2014).
41. *NFPA 5000. Building Construction and Safety Code, 2009*. Available at: www.nfpa.org (Accessed 6 May 2014).
42. *2009 International Building Code*. USA, International Code Council, Inc., 2009.
43. *BS 9999:2008. Code of practice for fire safety in the design, management and use of buildings*. Available at: [http://www.constructionstudents.co.uk/resources/BS %209999 %202008.pdf](http://www.constructionstudents.co.uk/resources/BS%209999%202008.pdf) (Accessed 6 May 2014).
44. *ISO/TR 25743:2010. Lifts (elevators) – Study of the use of lifts for evacuation during an emergency*. Standard by International Organization for Standardization (Technical Report), 04/01/2010.
45. Kinsey M. J., Galea E. R., Lawrence P. J. Stairs or lifts? — A study of human factors associated with lift/elevator usage during evacuations using an online survey. In: Peacock R. D., Kuligowski E. D., Averill J. D. (eds.). *Pedestrian and Evacuation Dynamics*. New York, Springer, 2011, pp. 627–636. doi: 10.1007/978-1-4419-9725-8 56.
46. Kinsey M. J., Galea E. R., Lawrence P. J. Human factors associated with the selection of lifts/elevators or stairs in emergency and normal usage conditions. *Fire Technology*, 2012, vol. 48, no. 1, pp. 3–26. doi: 10.1007/s10694-010-0176-7.

И. В. КОСТЕРИН, канд. техн. наук, начальник отделения организации научных исследований экспертно-консалтингового отдела, ФГБОУ ВПО "Ивановский институт Государственной противопожарной службы МЧС России" (Россия, 153040, г. Иваново, просп. Строителей, 33; e-mail: kosteriniv@gmail.com)

В. И. ПРИСАДКОВ, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела моделирования пожаров и нестандартного проектирования, ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России" (Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12)

УДК 614.841+519.2

ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ СБОРА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЙ С МНОГОСВЕТНЫМИ ПРОСТРАНСТВАМИ

Дано описание методики сбора исходных данных для определения вероятности эвакуации людей из зданий с многосветными пространствами на основе анализа двух стохастических процессов: распространения опасных факторов пожара в зданиях с многосветными пространствами с дальнейшим блокированием эвакуационных путей и процесса эвакуации людей при пожаре в таких зданиях. Показано, что исходные данные можно разделить на два блока — детерминированные и вероятностные данные. Рассмотрено их содержание.

Ключевые слова: детерминированные данные; вероятностные данные; система входных факторов; генератор случайных чисел.

Статья является продолжением исследований, представленных в работах [1, 2]. В [2] приведена блок-схема имитационной системы, предлагаемой для расчета вероятности эвакуации. Конкретные числовые значения входных факторов, используемых в работе для определения вероятности эвакуации, будут приведены авторами в обзорах результатов дальнейших исследований.

Необходимые исходные данные можно разделить на два блока — детерминированные и вероятностные данные. После описания детерминированные данные подаются в блок вычисления распределений времени блокирования и времени эвакуации. Вероятностные данные разыгрываются с помощью генераторов случайных чисел, а затем также передаются в блок вычисления распределений времени блокирования и времени эвакуации.

К блоку *детерминированных данных* относятся объемно-планировочные характеристики исследуемого объекта, а также количество статистических испытаний. При моделировании процесса эвакуации рассматриваются размеры путей эвакуации, помещений, при моделировании распространения опасных факторов пожара (ОФП) — тип горючей нагрузки, ее расположение, количество.

Количество статистических испытаний задается исходя из требуемой степени точности проводимых расчетов.

В блок *вероятностных данных* предложено включать следующие:

- удельную скорость выгорания $\psi_{уд}$ (кг/(м²·с));
- линейную скорость распространения пламени по пожарной нагрузке $V_{л}$ (м/с);
- дымообразующую способность D (Нп·м²/кг);
- максимальную площадь пожара S_{max} (м²);
- высоту расположения очага пожара $H_{оп}$ (м);
- количество эвакуирующихся с уровней атриума людей N/S (чел./м²);
- скорость движения людей при пожаре $V_{дв}$ (м/с);
- расположение эвакуирующихся на уровнях атриума людей (x, y) ;
- время начала эвакуации $t_{н.э}$ (мин).

Удельная скорость выгорания

Для нахождения параметров распределения данного фактора определяется набор веществ и материалов, составляющих горючую нагрузку на исследуемом объекте.

С помощью справочной литературы устанавливаются удельные скорости выгорания видов горючей нагрузки, их соотношение. Затем выбирается закон распределения фактора и рассчитываются параметры принятого закона распределения с помощью известных элементов теории вероятностей.

Линейная скорость распространения пламени по пожарной нагрузке

Для установления параметров распределения данного фактора определяется набор веществ и ма-

териалов, составляющих горючую нагрузку на исследуемом объекте.

С помощью справочной литературы принимаются линейные скорости распространения пламени по всем видам горючей нагрузки, характерным для объекта, а также их соотношение. Затем выбирается закон распределения фактора и находятся параметры принятого закона распределения с помощью известных элементов теории вероятностей.

Дымообразующая способность

Для определения параметров распределения данного фактора устанавливается перечень веществ и материалов, составляющих горючую нагрузку на исследуемом объекте.

С помощью справочной литературы определяются: дымообразующая способность всех видов горючей нагрузки, характерных для объекта, а также их соотношение. Затем выбирается закон распределения фактора и рассчитываются параметры принятого закона распределения с помощью известных элементов теории вероятностей.

Максимальная площадь пожара

Распределение максимальной площади пожара определяется исходя из анализа объемно-планировочных решений здания экспертным путем на основании прогнозных оценок площадей распространения пожара в здании.

В здании последовательно рассматриваются помещения объекта, для которых оцениваются максимальные площади возможных пожаров исходя из видов горючей нагрузки, находящейся в помещении, места ее расположения, количества, наличия в помещении автоматической установки пожаротушения, ее характеристик. Затем составляется таблица с указанием прогнозных оценок площадей пожаров в конкретных помещениях, выбирается закон распределения фактора. Параметры принятого закона распределения определяются с помощью известных элементов теории вероятностей.

Высота расположения очага пожара

Высота расположения очага пожара задается исходя из объемно-планировочных характеристик рассматриваемого объекта, т. е. высоты этажа, мест расположения горючей нагрузки. Диапазон изменения величины ограничен уровнем пола и высотой вероятного очага пожара, не превышающей высоту рассматриваемого объекта.

Число эвакуирующихся людей на 1 м² помещения

На исследуемом объекте с помощью натурных наблюдений устанавливается динамика изменения

количества людей на протяжении времени работы объекта для каждого этажа. Далее в расчетах используется отношение количества людей на этаже в данный момент времени к площади этого этажа, т. е. оценивается вероятность количества людей на этаже без привязки к конкретному времени суток. Максимальное число людей может задаваться исходя из требований нормативных документов в области пожарной безопасности по максимальной площади, приходящейся на человека в зависимости от типа объекта (к примеру, для торговли — 3 м² на 1 чел., для кафе, фудкорт и т. д. — по фактическому числу посадочных мест и т. п.).

Экспериментальные данные, полученные с объекта, могут быть проверены на принадлежность к определенному закону распределения путем выдвижения гипотезы и использования известных критериев согласия.

Скорость движения людей при пожаре

При решении задачи по обоснованию закона изменения и установления области значений данного случайного фактора учитываются данные нормативно-технических документов, а также результаты экспериментальных исследований в данной области. Возможно также проведение экспериментальных исследований по установлению скорости движения людей на конкретном объекте [3].

Расположение людей на уровнях атриума

С помощью генератора случайных чисел на основе анализа объемно-планировочных решений исследуемого объекта сначала определяется максимальное количество людей в рассматриваемом сценарии пожара на уровне атриума, а затем с помощью генератора определяются координаты каждого человека на рассматриваемом объекте.

Время начала эвакуации

Характеристики данного фактора принимаются на основе анализа соответствующих нормативных документов в области пожарной безопасности [4, 5], могут также использоваться данные экспериментальных исследований процесса эвакуации людей из зданий [3, 6]. На основе анализа принимается закон распределения фактора, находятся параметры закона, а также параметры распределения.

В статье приведена методика определения случайных входных факторов, используемых в алгоритме определения вероятности эвакуации с целью возможности самостоятельного использования данной методики для проведения научных исследований, расчетов, а также ее дальнейшего совершенствования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костерин И. В., Присадков В. И., Лицкевич В. В. Вероятностная модель оценки времени блокирования эвакуационных путей при развитии пожара в зданиях с многосветными пространствами // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 12. — С. 45–48.
2. Костерин И. В., Присадков В. И., Лицкевич В. В., Федоринов А. В. Совершенствование методологии оценки вероятности эвакуации людей из многосветных объемов при пожаре в общественных зданиях // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 3. — С. 76–79.
3. Холицевников В. В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов : дис. ... д-ра техн. наук. — М. : МИСИ, 1983.
4. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382; введ. 30.06.2009 г. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
5. МГСН 4.19–05. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве : постановление Правительства Москвы от 28.12.2005 г. № 1058-ПП; введ. 28.12.2005 г. // Вестник Мэра и Правительства Москвы. — 2006. — № 7.
6. Белосохов И. Р. К проблеме формирования продолжительности времени начала эвакуации людей при пожаре // Технологии техносферной безопасности : Интернет-журнал. — Вып. 2(36). — Апрель 2011 г.

Материал поступил в редакцию 29 апреля 2014 г.

English

DESCRIPTION OF REFERENCE DATA COLLECTION METHODS TO DETERMINE THE PROBABILITY FOR EVACUATION OF RESIDENTS FROM STRUCTURES WITH NUMEROUS CLERESTORY SPACES

KOSTERIN I. V., Candidate of Technical Sciences, Head of Research Expertise and Consulting Department, Ivanovo Institute of State Fire Service of Emercom of Russia (Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo, 153040, Russian Federation; e-mail: kosteriniv@gmail.com)

PRISADKOV V. I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of Modeling of Fires and Non-Standard Design Department, Federal State Establishment All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia (VNIIPPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation)

ABSTRACT

The article continues the authors' research devoted to the working out a new mechanism to calculate the probability for fire emergency evacuation of residents from structures with numerous free spaces (the atrium), based on the accounting of probabilistic nature of the processes of fire evacuation and the spread of combustion products.

Baseline data include blocks of deterministic and probabilistic data. Deterministic data include space-planning characteristics of the object, as well as the number of statistical tests.

The authors have proposed the list of factors considered as random, and the mechanism of their collection and processing, based on the usage of the known elements of the theory of probability (choice of the law of distribution of each factor, the definition of the parameters of the adopted law). The developed method can be applied to conduct scientific researches, calculations, as well as its further improvement.

Keywords: deterministic data; probabilistic data; system of entrance factors; random number generator.

REFERENCES

1. Kosterin I. V., Prisdakov V. I., Litskevich V. V. Veroyatnostnaya model otsenki vremeni blokirovaniya evakuatsionnykh putey pri razvitiy pozhara v zdaniyakh s mnogosvetnymi prostranstvami [Probabilistic model of estimation of the time of evacuation routes blocking the development from atrium at the fire in public buildings]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, no. 12, pp. 45–48.
2. Kosterin I. V., Prisdakov V. I., Litskevich V. V., Fedorinov A. V. Sovershenstvovaniye metodologii otsenki veroyatnosti evakuatsii lyudey iz mnogosvetnykh prostranstv pri pozhare v obshchestvennykh zdaniyakh [Perfection of Methodology of the Estimation of Probability of Evacuation of People from Atrium at the Fire in Public Buildings]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, no. 3, pp. 76–79.
3. Kholshchevnikov V. V. *Lyudskiye potoki v zdaniyakh, sooruzheniyakh i na territorii ikh kompleksov*. Dis. dokt. tekhn. nauk [Outflows in buildings, structures and their complexes on the territory. Dr. techn. sci. diss.]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering Publ., 1983.
4. *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*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009 (in Russian).
5. Moscow state construction norms 4.19–05. Multifunction high-rise buildings and complexes. *Vestnik mera i pravitelstva Moskvyy — Moscow Government Bulletin*, 2006, no. 7 (in Russian).
6. Belosokhov I. R. K probleme formirovaniya prodolzhitelnosti vremeni nachala evakuatsii lyudey pri pozhare [On the problem of the formation of the length of time beginning of the evacuation in case of fire]. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti. Internet-zhurnal — Technology Technospheric Security. Internet Journal*, issue 2(36), April 2011.



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу

ОГНЕТУШИТЕЛИ. УСТРОЙСТВО. ВЫБОР. ПРИМЕНЕНИЕ

Д. А. Корольченко, В. Ю. Громовой



В учебном пособии приведены классификация огнетушителей и конструкции основных их типов, средства тушения, используемые для зарядки огнетушителей, виды огнетушителей и правила их применения для ликвидации загораний различных веществ, рекомендации по расчету необходимого количества огнетушителей для разных объектов, по их размещению, хранению и техническому обслуживанию.

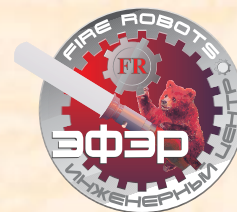
Рекомендации, содержащиеся в книге, разработаны на основе современных нормативных документов, регламентирующих конструкцию, условия применения, правила эксплуатации и технического обслуживания огнетушителей.

Учебное пособие рассчитано на широкий круг читателей: инженерно-технических работников предприятий и организаций, ответственных за оснащение объектов огнетушителями, поддержание их в работоспособном состоянии и своевременную перезарядку; преподавателей курсов пожарно-технического минимума и дисциплины «Основы безопасности жизнедеятельности» в средних и высших учебных заведениях; частных лиц, выбирающих огнетушитель для обеспечения безопасности квартиры, дачи или автомобиля.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03;
e-mail: mail@firepress.ru; www.firepress.ru

ЗАО "Инженерный центр "ЭФЭР"

185031, г. Петрозаводск, ул. Заводская, д. 4
Тел./факс: (8142) 77-49-31, 57-34-23
e-mail: marketing@firerobots.ru; www.firerobots.ru



ПОЖАРНЫЕ РОБОТЫ И СТВОЛЬНАЯ ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА

в пожарной автоматике и пожарной охране.

II. Пожаротушение

Данная публикация продолжает тему статей по техническим характеристикам, устройству и применению пожарных роботов (ПР) и ствольной пожарной техники. В статье рассматривается технология пожаротушения роботизированными установками пожаротушения (РУП) в соответствии с нормативными и техническими требованиями к автоматическим установкам пожаротушения (АУП), анализируются данные огневых испытаний, приводятся комментарии и рекомендации, необходимые проектировщикам при построении систем пожаротушения в 3D-формате на базе пожарных роботов.

Современные автоматические установки пожаротушения на базе пожарных роботов

С появлением серийно выпускаемых пожарных роботов область применения АУП значительно расширилась. В настоящее время уже сотни объектов в России и других странах СНГ оснащены пожарными роботами. Большие технические возможности ПР в составе роботизированных установок пожаротушения, представляющих собой новые технологии в данной области, позволяют применять РУП там, где традиционные спринклерные и дренчерные АУП малоэффективны или неприемлемы. К таким объектам защиты относятся производственные помещения большой площади, высокопролетные здания и сооружения (ангары для самолетов, спортивные и выставочные комплексы с массовым пребыванием людей, тоннели, склады различного назначения), наружные пожароопасные объекты.

Сегодня можно констатировать, что РУП наряду с известными технологиями пожаротушения вошли в состав базовых технических средств пожарной автоматики. Их статус закреплен законодательно, нормативно, технически. Технические требования к РУП определены Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности (федеральный закон № 123-ФЗ). В настоящее время выпускается целый арсенал пожарной робототехники в соответствии с

Рис. 1. Пожарный робот
ПР-ЛСД-С40Уш-ИК-ТВ



ГОСТ Р 53326–2009 на РУП. В СП 5.13130.2009 по АУП целая глава посвящена нормативным требованиям по проектированию РУП. В новых сводах правил по зданиям и сооружениям, где применяется РУП, даются рекомендации по их проектированию.

На рис. 1, 2 представлены новейшие образцы стационарных пожарных роботов: ПР-ЛСД-С40Уш-ИК-ТВ шаровой конструкции серии "андرويد" и ПР-ЛСД-С60У-Ex во взрывозащищенном исполнении с датчиком УИД-01.

Отличительные особенности РУП

Для применения технологий пожаротушения на базе ПР необходимо знать их технические возможности



Рис. 2. Пожарный робот ПР-ЛСД-С60У-Ex

сти и отличительные особенности, чтобы правильно использовать их для решения задач по защите объектов. При проектировании рекомендуется учитывать основные отличительные особенности ПР и РУП:

- наличие у ПР средств как обнаружения загорания, так и подачи огнетушащего вещества (ОТВ) с формированием точечных центров тушения, что позволяет проектировать системы защиты только с магистральными (более надежными и менее затратными) коммуникациями;
- осуществление водоснабжения только по магистральной сети — без разветвленной распределительной сети, характерной для спринклерных и дренчерных систем;
- возможность защищать большие площади (с одной точки с учетом адресной доставки ОТВ — от 5 до 15 тыс. м² при расходах от 20 до 60 л/с соответственно);
- адресная доставка воды и пены, осуществляемая по воздуху по всей защищаемой зоне непосредственно на очаг загорания с учетом площади загорания, а не на фиксированную площадь, определенную проектом раз и навсегда;
- использование при пожаротушении метода строчного сканирования по фактической площади загорания, определяемой датчиками обнаружения возгорания, с возможностью изменения координат и площади сканирования в соответствии с реальной картиной развития пожара, с соблюдением требуемой интенсивности орошения;
- возможность определения координат и площади горения в трехмерной системе координат, что дает возможность тушить пожар не только двухмерных площадей, но и объемных поверхностей с учетом расстановки технологического оборудования в помещении в трехмерной системе координат;
- определение загорания в начальной стадии и с высокой точностью (чувствительность обнаружения очага возгорания — 0,1 м²);
- возможность управлять формой струи, например изменять угол факела распыления в зависимости от дальности подачи ОТВ, что дает возможность накрывать очаг распыленной струей без сильного гидромеханического воздействия;
- возможность концентрации всей мощности насосной для подачи ОТВ со всех стволов в радиусе их действия на один очаг возгорания;
- гибкое реагирование на различные сценарии развития пожара (возможность изменять программу пожаротушения по времени, по данным датчиков пламени и подключать резервный ПР при отказе рабочего);
- перепрограммирование программы тушения (например, при изменении технологии можно изменить нормативную интенсивность пожаротушения);
- видеоконтроль ТВ-камерами процесса пожаротушения с регистрацией и ведением электронного протокола последовательности действий;
- самотестирование системы в дежурном режиме с формированием сообщений о необходимости коррекции по указанному адресу, что поддерживает систему в постоянной готовности;
- возможность выбора ПР:
 - а) по конструктивному исполнению:
 - с 3-й степенью подвижности с механизмом подъема-опускания (например, для встраивания скрыто, заподлицо с полом, в ангарах для самолетов, что позволяет размещать стволы прямо под фюзеляжем самолета на проезжей части);
 - с 3-й степенью подвижности с механизмом выдвижения (например, для встраивания скрыто в стену концертных залов, что позволяет сохранить интерьер и ограничить к ним несанкционированный доступ);
 - б) по условиям среды: с нормальными условиями, взрывозащищенное, для северных районов, в морском исполнении;
- возможность наращивания системы увеличением количества ПР без смены базового оборудования системы управления;
- формирование полидисперсных распыленных струй, содержащих как большие капли высокой энергии, так и ТРВ, что позволяет эффективно тушить и маленькие очаги, и пожары площадью более 5 м²;
- возможность применения ПР в дистанционном и ручном режимах непосредственно прибывшими на пожар пожарными, так как ПР включает в себя ствольную технику, применяемую пожарными;
- высокая экономическая эффективность ПР (стоимость электронных и программных средств падает значительно быстрее, чем растет стоимость “железа” и монтажных работ по прокладке километров труб спринклерных и дренчерных систем в труднодоступных местах. Кроме того, надо учитывать косвенные расходы, связанные с разной эффективностью установок и, соответственно, разными ущербами как от пожара, так и от последствий избыточного применения ОТВ).

Функциональные требования к РУП

ПР предназначены для формирования и направления сплошной или распыленной струи ОТВ (воды или пены) к очагу пожара либо для охлаждения технологического оборудования и строительных конструкций.

В РУП должны входить не менее двух ПР, затворы с электроприводом и устройство программного управления РУП.

Алгоритм работы РУП включает следующие функциональные действия:

- РУП принимает информацию от системы пожарной сигнализации;
- по сигналу “Пожар” ПР выполняют поиск очага возгорания в заданной зоне;

- на основании информации от ПР устройство управления РУП:
 - определяет координаты очага возгорания в трехмерной системе координат и выбирает ПР для тушения очага возгорания;
 - формирует сигналы блокирования работы технологического оборудования, включения дополнительной сигнализации и т. п.;
- после выхода ПР в рабочую зону тушения или охлаждения формирует сигналы на открытие затворов и на запуск насосов.

ПР должен обеспечивать функционирование в следующих режимах:

- автоматическое управление — позиционное или контурное программное сканирование;
- дистанционное управление — с пульта;
- автоматизированное управление — под контролем оператора, совмещающее в себе автоматический и дистанционный режимы;
- ручное управление — органами ручного управления на ПР.

Каждая точка помещения или защищаемого оборудования должна находиться в зоне действия не менее двух ПР.

Технические характеристики ПР

В обозначении типа ПР содержится информация о его компонентах и по расходу.

Пример обозначения пожарного робота с лафетным стволом (ЛСД), с расходом 20 л/с (20), универсальной шаровой конструкции (Уш), с устройством обнаружения загорания в ИК-диапазоне (ИК), с ТВ-камерой (ТВ): ПР-ЛСД-С20Уш-ИК-ТВ, ГОСТ Р 53326–2009.

Технические характеристики ПР приведены в таблице.

Общие требования к водяным и пенным автоматическим установкам пожаротушения

Водяные и пенные автоматические установки пожаротушения в соответствии с СП 5.13130.2009 должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.046, ГОСТ Р 50680, ГОСТ Р 50800 и ГОСТ Р 53326. Они подразделяются на спринклерные, дренчерные, спринклерно-дренчерные, роботизированные и с принудительным пуском. Тип установки пожаротушения, способ тушения и вид огнетушащего вещества определяют организацией-проектировщиком.

АУП в соответствии с ГОСТ 12.3.046 должны обеспечивать:

- срабатывание в течение времени, которое должно быть не меньше длительности начальной стадии развития пожара (критического времени свободного развития пожара), по ГОСТ 12.1.004;

Параметр	Количественные и качественные показатели ПР			
Расход воды или водного раствора пенообразователя, л/с	20	40	60	100
Номинальное давление, МПа	0,6			0,8
Дальность струи (максимальная), м:				
водяной сплошной	55	70	80	100
распыленной под углом 30°	34	43	49	63
пенной	50	60	68	85
Зона перемещения ствола, град:				
по вертикали	От +90 до –40			
по горизонтали	345			
Скорость движения, град/с:				
на холостом ходу, не менее	9			
при подаче ОТВ	3			
Погрешность наведения, град	1			

- выполнение функции тушения или локализации пожара;
- обеспечение интенсивности подачи огнетушащего вещества не менее нормативной.

Водяные и пенные АУП должны соответствовать требованиям табл. 5.1 СП 5.13130.2009 по следующим параметрам:

- интенсивности орошения или расхода ОТВ;
- минимальной площади орошения;
- продолжительности подачи воды.

Базовые параметры АУП (интенсивность, расход, продолжительность подачи)

Одним из базовых параметров АУП является интенсивность. Интенсивность подачи ОТВ согласно СП 5.13130 — это количество ОТВ, подаваемое на единицу площади (объема) в единицу времени. Нормативная интенсивность подачи ОТВ определяется как интенсивность подачи ОТВ, установленная в действующей нормативной документации, на тушение пожаров на объектах в зависимости от группы помещений по степени опасности развития пожара, определяемой пожарной нагрузкой. Группы помещений приведены в приложении Б СП 5.13130.2009. При нормативной (оптимальной) интенсивности подачи ОТВ прекращение горения осуществляется практически за приемлемое время, называемое нормативным.

Нормативная интенсивность подачи ОТВ вместе с нормативным временем подачи ОТВ является обязательным и достаточным условием выполнения функции тушения пожара для водяных и пенных АУП и должно подтверждаться согласно методикам испытаний по ГОСТ Р 50680 для водяных установок, ГОСТ Р 50800 — для пенных установок и ГОСТ Р 53326 — для РУП.

Интенсивность для РУП в соответствии с ГОСТ Р 53326 должна быть не менее нормативной интенсивности для дренчерных систем по табл. 5.1–5.3 СП 5.13130.2009.

При разработке новых сводов правил для объектов с применением РУП нормы интенсивности орошения могут приводиться непосредственно для РУП (например, СП 135.13130.2012 по вертодромам).

Следует отметить, что РУП также соответствуют параметрам по интенсивности орошения для ручных и лафетных стволов, утвержденным для руководителей тушения пожаров, предназначенным для расчета расхода ОТВ и количества ручных и лафетных пожарных стволов для тушения пожаров различных групп помещений с разной пожарной нагрузкой. Это в полной мере согласуется с концепцией совместной работы пожарных роботов и человека в системе человек–машина.

При проектировании АУП с применением РУП выбор ПР рекомендуется осуществлять по расходу из установленного соответствующего нормативного ряда ПР, что обусловлено следующим:

- размер рабочей зоны, в которой производится пожаротушение, диктуется радиусом действия струи, зависящей от расхода;
- адресная доставка ОТВ в очаг загорания производится по баллистической траектории струи, заложенной в программе ПР для каждого нормативного расхода;
- каждая точка должна орошаться двумя струями по всей рабочей зоне;
- установленная минимальная площадь тушения для групп помещений по степени опасности развития пожара должна соответствовать нормативному расходу (см. табл. 5.1 СП 5.13130.2009).

Расход и интенсивность РУП при орошении сканированием по площади

Пожаротушение с применением РУП в соответствии с СП 5.13130.2009 осуществляется сканированием струи по площади загорания. Площадь падения струи на поверхность определяется по эпюрам орошения (рис. 3). Сечение струи в плоскости падения имеет форму неправильного эллипса с расширенным фронтом впереди и вытянутой хвостовой частью. Интенсивность орошения неравномерная: наиболее высокая — в головной части эллипса. Точка максимальной интенсивности орошения определяет эффективную дальность $L_{эф}$, которая примерно на 10 % меньше максимальной дальности L_{max} .

Эпюры ПР, приведенные на рис. 3 и 4, выполнены по результатам измерений на дистанции проведения огневых испытаний. Измерение производилось мерными емкостями, расставленными по площади, за фиксированное время в соответствии с установленной программой и методикой испытаний.

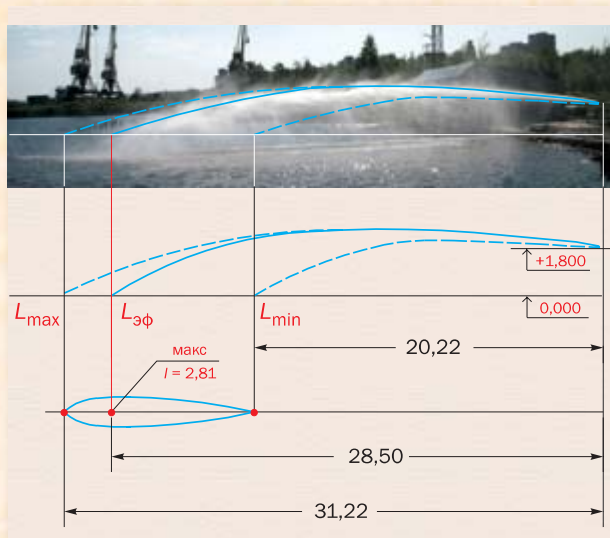


Рис. 3. Эпюра ПР с расходом 20 л/с при 0,6 МПа, углах распыления 15° и возвышения 5°

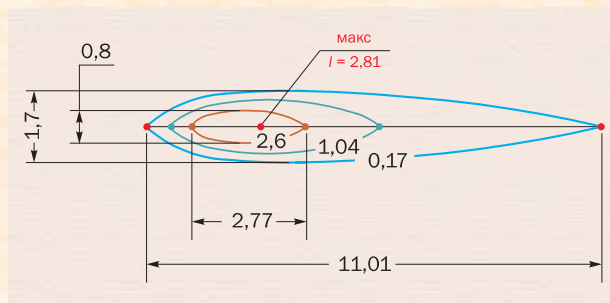


Рис. 4. "Пятно" с дифференцированной интенсивностью

Участок с повышенной интенсивностью орошения ($I = 2,6 \text{ л/(с·м}^2\text{)})$ имел длину 2,77 м, ширину 0,8 м и, соответственно, площадь $dS = 2,2 \text{ м}^2$, что принималось в расчет при определении алгоритма сканирования струи по заданной площади. Промежуток от точки максимальной интенсивности ($I = 2,81 \text{ л/(с·м}^2\text{)})$ до точки максимальной дальности составил 2,74 м, что соответствует 8,8 % от максимальной дальности.

За время орошения вылилось 1200 л ОТВ ($20 \text{ л/с} \times 60 \text{ с}$). Фактически на площадь "пятна" за минуту выпало 967 л ($V_{общ} = I_{ср} t_{С_{пят}} = 1,17 \cdot 60 \cdot 13,77$).

Потери ориентировочно составили 19 %.

Чувствительность обнаружения загорания РУП (без определения координат) составила $0,1 \text{ м}^2$ на расстоянии 20 м. Площадь орошения очагов загораний в начальной стадии определяется возможностью технических средств по точности устанавливать координаты загораний. Для РУП, оборудованных ИК-сканером с углом обзора 3°, с учетом погрешностей наведения $\pm 1^\circ$ и оптических погрешностей $\pm 1^\circ$ обеспечивается возможность обнаружения загораний в секторе 7°. В пересчете на линейную величину

на расстоянии 30 м это представляет зону 4 м в длину и 4 м в ширину, площадью $S = 16 \text{ м}^2$.

Рассмотрим типовую программу сканирования по площади $S = 16 \text{ м}^2$. Программа сканирования определяется перемещением площади с повышенной интенсивностью dS по площади тушения S на скорости $V = 3 \text{ град/с}$ в соответствии с ГОСТ Р 53326. В пересчете на линейную величину на расстоянии 30 м это составляет 2 м/с. Начало цикла сканирования принимается из расчета установки струи в положение, при котором центр максимальной интенсивности находится в верхней левой части заданной площади тушения $S = 16 \text{ м}^2$. Для более равномерного орошения струя с зоной повышенной эффективности проводится по всей площади. Сканирование по площади в этом случае занимает две строки при времени цикла 6 с. Для каждого участка защищаемой площади максимальная интенсивность орошения сменяется меньшей интенсивностью и короткой задержкой, при которой не успевает осесть водяная пыль. В то же время прерывистая подача воды позволяет не просто проливать воду до утечки, а более эффективно использовать ее для тушения, что используется пожарными при работе со стволами.

По принятому алгоритму составляется оперативная программа сканирования и производится орошение с проведением измерений мерными емкостями, установленными на заданной площади (рис. 5).

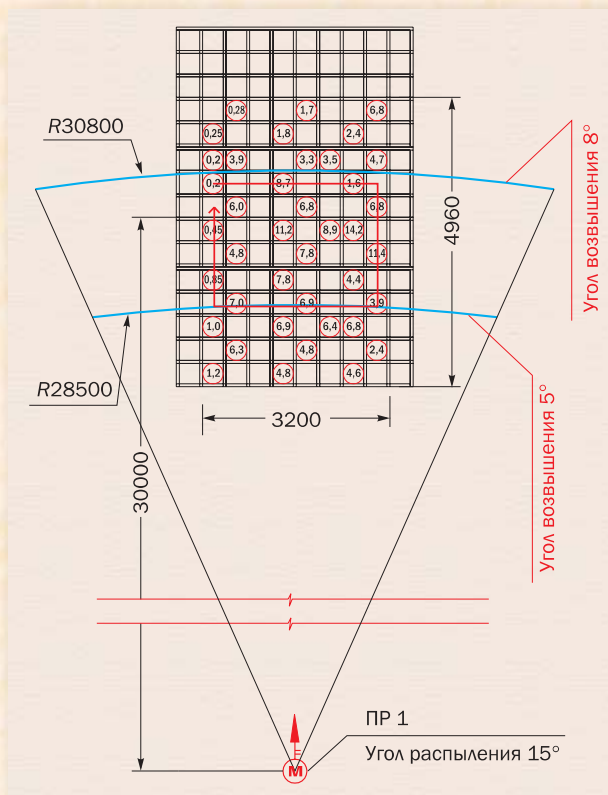


Рис. 5. План расстановки мерных емкостей на решетке для измерения интенсивности



Рис. 6. Огневые испытания РУП на модельном очаге пожара класса А

Полученные данные по фактической интенсивности орошения позволяют судить о том, что пожарные роботы могут использоваться для пожаротушения помещений всех категорий пожароопасности, включая наиболее высокую категорию — В1.

В соответствии с программой и методикой испытаний по ГОСТ Р 53326 подсчитывается общее количество зарегистрированной упавшей воды в емкости и определяется средняя интенсивность орошения I одного ПР за все время орошения по формуле

$$I = Q/(S_p t) = 193,73/(3,84 \cdot 60) = 0,84 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2),$$

где Q — общее количество зарегистрированной упавшей воды в емкости, л; $Q = 193,73$ л;

S_p — общая площадь сбора воды; $S_p = dS_p \cdot 40 = 0,096 \cdot 40 = 3,84 \text{ м}^2$;

dS_p — площадь 1-й емкости; $dS_p = 0,096 \text{ м}^2$;

t — время орошения по защищаемой площади; $t = 60$ с.

При скорости 3 град/с время цикла составляет 6 с. За 1 мин ПР делает 10 циклов. За цикл ПР проливает две строки, меняя угол возвышения от 5 до 8°.

Огневые испытания РУП

Огневые испытания роботизированной установки пожаротушения проводились на модельном очаге пожара класса А (рис. 6) с пожарной нагрузкой 2402 МДж, соответствующем категории пожароопасности В1. Модельный очаг общей массой 115 кг выполнен из бруска размером 40×40 мм, длиной 800 мм. Количество брусков в штабеле — 180 шт. Площадь поверхности очага 18,66 м².

Схема испытаний представлена на рис. 7. В состав РУП входят 2 ПР. В соответствии с методикой очагу загорания дали разгореться за установленное время (см. рис. 6). При проведении испытаний пожарные роботы обнаружили очаг загорания за время менее 20 с и начали пожаротушение. Погрешность наведения при сканировании в соответствии с ГОСТ Р 53326 не превышала 5°. Время тушения составило 1,5 мин при нормативном времени 60 мин для помещений группы 2 по табл. 5.1 СП 5.13130.2009.

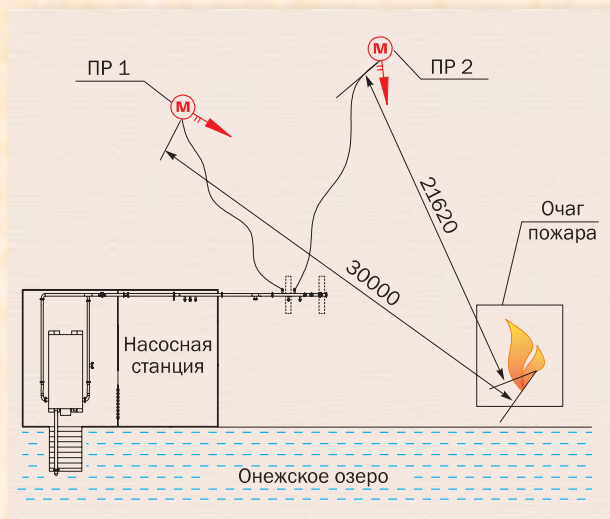


Рис. 7. Схема огневых испытаний РУП

РУП имеют возможность контролировать очаги загорания, поэтому продолжительность подачи воды может определяться фактическим временем пожаротушения. При отсутствии горения тушение автоматически прекращается. Создание высокой интенсивности на небольшой площади в начальной стадии пожара позволяет быстро потушить и сэкономить при этом воду. Это во много раз эффективнее, чем пролив воды по нормативному времени.

В заключение следует отметить, что к настоящему времени технологии на базе пожарных роботов используются для защиты от пожаров уже сотен объектов. В связи с этим появилась насущная необходимость в том, чтобы в новой редакции СП 5.13130 нашли отражение нормативные требования, учитывающие широкие технические возможности РУП. Поскольку РУП согласно СП 5.13130 относятся к водопенным АУП, то на них должны распространяться те же подходы и правила по интенсивности орошения и расходам, что и для водопенных установок. Это в значительной мере поможет проектировщикам правильно оценивать и выбирать наиболее подходящие для защиты объектов АУП.

© Ю. И. ГОРБАНЬ,

генеральный директор – главный конструктор ЗАО “Инженерный центр пожарной робототехники “ЭФЭР”, г. Петрозаводск

© С. Г. ЦАРИЧЕНКО,

д-р техн. наук, заместитель начальника ФГБУ ВНИИПО МЧС России, г. Балашиха Московской области

© Е. А. СИНЕЛЬНИКОВА,

канд. техн. наук, заместитель начальника отдела НИЦ ПиСТ ФГБУ ВНИИПО МЧС России, г. Балашиха Московской области

Д. А. КОРОЛЬЧЕНКО, канд. техн. наук, заведующий кафедрой комплексной безопасности в строительстве, Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: ICA_kbs@mgsu.ru)

А. Ф. ШАРОВАРНИКОВ, д-р техн. наук, профессор кафедры комплексной безопасности в строительстве, Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: ICA_kbs@mgsu.ru)

УДК 614.841.123.24

ТУШЕНИЕ ПЛАМЕНИ ОГNETУШАЩИМИ ПОРОШКАМИ И АЭРОЗОЛЬНЫМИ СОСТАВАМИ

Эффективность средств и способов тушения оценивают по минимальному расходу огнетушащего вещества на тушение. Исходя из теории прекращения горения, для тушения пламени достаточно снизить его температуру в зоне горения до 1000 °С, что равносильно поглощению 50 % тепла, выделяющегося при горении в единицу времени. Рассмотрены способы снижения температуры в зоне горения. Показано, что закономерности тушения пламени с помощью огнетушащих порошков и аэрозольных составов имеют много общего с механизмом огнетушащего действия воды высокой степени дисперсности. Порошкам приписывается еще один механизм воздействия на пламя — эффект огнепреграждения. Рассмотрен материальный баланс порошка, который формирует объемную сетку огнепреградителя над всей поверхностью горящей жидкости. Выявлена взаимосвязь оптимальной и критической интенсивности. Показано, что при тушении пламени различными веществами (жидкими хладами, распыленной водой и порошком) независимо от принятой модели процесса тушения во всех исследованных случаях выявляется экстремальная зависимость удельного расхода от интенсивности подачи огнетушащего вещества.

Ключевые слова: пожаротушение; огнетушащий порошковый состав; аэрозольный состав; эффект огнепреграждения; удельный расход огнетушащего вещества; интенсивность подачи огнетушащего вещества; механизм тушащего действия.

В соответствии с выводами работ [1, 2] при использовании огнетушащих веществ (ОТВ) всегда проявляется экстремальная зависимость удельного расхода вещества, применяемого при тушении, от интенсивности его подачи. Этот эффект впервые был описан в работе [1], в которой представлены результаты испытаний порошков на огнетушащую эффективность. Графическая иллюстрация экстремальной зависимости удельного расхода ОТВ от интенсивности его подачи (рис. 1) [2] приведена в справочнике [3]. В [2] отмечается, что “такой вид связи

между нормативными параметрами характерен для всех способов и средств пожаротушения... Природа экстремального характера зависимости $G = f(I)$ изучена недостаточно и, по-видимому, специфична для каждого способа тушения”.

В настоящей работе сделана попытка ответить на вопросы: что общего в механизме тушащего действия веществ и по какой причине возникает экстремальная зависимость между удельным расходом ОТВ и интенсивностью его подачи. Важность этих вопросов связана с возможностью путем математических преобразований представлений о модели процесса тушения конкретными веществами выявить оптимальную интенсивность подачи ОТВ.

Эффективность огнетушащих веществ и способов тушения оценивают по минимальному расходу ОТВ G на тушение. Чем меньше величина G , тем эффективнее средство тушения и способ пожаротушения. Обычно минимальный удельный расход ОТВ $G_{\min}$ для каждого средства и способа достигается при оптимальных условиях, определяемых минимальными затратами порошка на тушение.

Оптимальные значения параметров пожаротушения определяют путем построения зависимости $G = \tau I$, имеющей экстремальный характер с четко

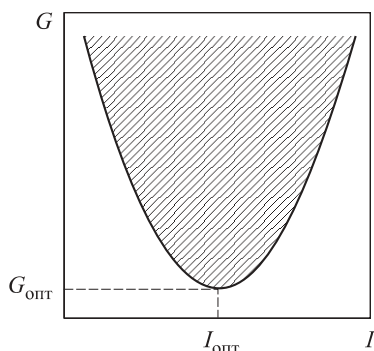


Рис. 1. Зависимость удельного расхода ОТВ G от интенсивности подачи вещества I

выраженным минимумом: область пожаротушения находится в заштрихованной части (см. рис. 1).

Исходя из теории прекращения горения, для тушения пламени достаточно снизить его температуру в зоне горения до 1000 °С, что равносильно поглощению 50 % тепла, выделяющегося при горении в единицу времени. Тушение пламени газовыми, порошковыми, аэрозольными составами и распыленной водой целиком базируется на данной теории, хотя способы решения задачи снижения температуры пламени и уменьшения скорости тепловыделения в единичном объеме достигаются по-разному, в зависимости от химического строения и физических свойств молекул газа, используемого для тушения пожара.

Снижение температуры в зоне горения может быть достигнуто следующими способами:

- уменьшением концентрации горючего в объеме за счет разбавления смеси нейтральным газом;
- отводом части тепла от компонентов горючей смеси теплоемкими молекулами флегматизатора;
- поглощением тепла на распад или диссоциацию молекул ингибитора;
- ингибированием цепной химической реакции (т. е. снижением эффективной концентрации горючего в смеси) с целью предотвращения участия в горении части горючего.

Независимо от механизма действия газовых средств тушения результатом флегматизации должно быть понижение температуры горючей смеси до температуры потухания, равной 1050 К.

Высокая огнетушащая эффективность порошков привлекает к ним постоянное внимание, несмотря на их недостатки, обусловленные их гигроскопичностью и слеживаемостью. Кроме того, небольшая дальность полета порошковой струи требует приближения пожарных вплотную к очагу пожара, что делает опасным оперативное использование мобильных порошковых огнетушителей.

Закономерности тушения пламени с помощью огнетушащих порошков и аэрозольных составов имеют много общего с механизмом огнетушащего действия воды высокой степени дисперсности. Как и в случае с распыленной водой, основной механизм огнетушащего действия концентрируется в зоне пламенного горения смеси паров горючего с кислородом воздуха, но имеются и отличительные моменты. Действие распыленной воды, в первую очередь, обусловлено поглощением тепла в зоне горения за счет испарения капель жидкости и насыщением водяным паром зоны горения. Отличительный признак воды — очень высокая теплота испарения, что позволяет резко снизить накопление тепла, выделяемого в процессе горения паров горючего.

Высокая эффективность действия распыленного порошка объясняется высокой удельной площадью поверхности дисперсной системы. За счет высоко-развитой поверхности порошок быстро поглощает тепло, которое расходуется на нагревание и плавление твердых частиц.

Наряду с тепловым механизмом действия порошка, который во многом похож на действие распыленной воды и жидких фреонов, имеют место дополнительные эффекты, которые рассматриваются только для высокодисперсных систем с развитой поверхностью.

Особое влияние порошка на газовую смесь связано с ингибированием химической реакции окисления молекул горючего кислородом воздуха. Этот механизм очень сложен, если речь идет о влиянии развитой поверхности порошка на цепную реакцию горения. Наиболее вероятным результатом ингибирующего действия порошка является его воздействие на процесс окисления, в результате которого меняется основной продукт окисления: вместо продукта полного окисления — углекислого газа CO_2 реакция проходит с образованием оксида углерода CO . В результате неполного сгорания молекул горючего выделяется пониженное количество тепла. Так, при полном сгорании этилового спирта с образованием CO_2 выделяется 27760 кДж/кг, а при ингибированном механизме, когда образуется преимущественно CO , — только 15456 кДж/кг.

Порошкам приписывается еще один механизм воздействия на пламя — эффект огнепреграждения. Он аналогичен предотвращению прямого контакта пламени с наружной атмосферой в шахтерских лампах, которое обеспечивается с помощью тонкой металлической сетки. Эффект огнепреграждения, по существу, является результатом теплосъема из горящей газовой смеси: при прохождении через узкие каналы металлической сетки поток пламени резко остужается за счет съема тепла металлической поверхностью сетки.

Таким образом, для огнетушащих порошков в качестве основного механизма огнетушащего действия могут рассматриваться:

- теплосъем из зоны горения на нагревание и плавление частиц;
- ингибирование химической реакции горения;
- эффект огнепреграждения.

Кроме основных видов воздействия порошка на поверхность горящего твердого горючего материала (ТГМ), дополнительно могут рассматриваться такие воздействия, как разложение огнетушащего порошка на компоненты, а также частичное испарение массы порошка.

Особый случай представляет эффект тушения составами, которые способны разрываться в зоне

горения на мелкие частицы. Такой эффект наблюдается при использовании в составе порошка мочевины — карбамида, который при попадании в зону с высокой температурой частично распадается на аммиак и угольную кислоту, что приводит к разрыву частиц на более мелкие. Данная технология очень удобна в применении, поскольку исходные частицы, имеющие крупные размеры, могут подаваться на большие расстояния, а составы порошков с карбамидом благодаря их высокой гигроскопичности и слеживаемости поглощают влагу из атмосферы.

Детальный анализ перечисленных выше эффектов выявляет определяющую роль теплового фактора — поглощение тепла в различных ситуациях.

Механизм тушения пламени порошками не может быть сведен только к одному из выделенных ранее эффектов. Каждый из этих эффектов вносит свой вклад в процесс тушения, поскольку трудно отделить механизм огнепреграждения с использованием объемной сетки порошка от влияния развитой поверхности на процесс горения и полноту сгорания молекул горючего вещества.

По аналогии с огнетушащими хладами — флегматизаторами горения можно принять, что потухание пламени произойдет, если в газовой смеси стехиометрического состава будет обеспечена концентрация порошка, достаточная для теплосъема по любому из перечисленных механизмов.

Механизм тушения пламени с использованием модели огнепреграждения

Рассмотрим механизм тушения пламени с акцентом на эффект огнепреграждения. В данном случае необходимо обеспечить такое содержание порошка в газовой смеси, которого будет достаточно для формирования объемной сетки, например, кубиче-

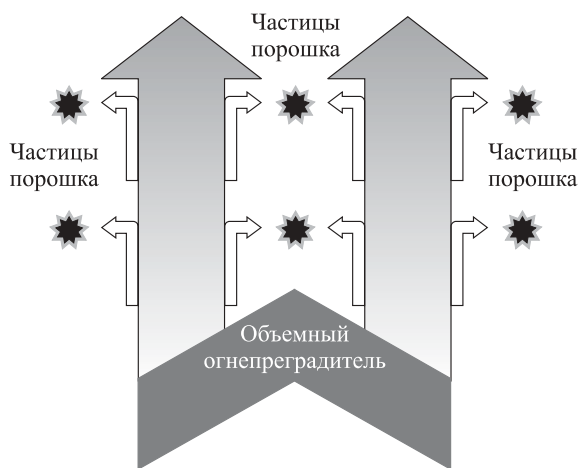


Рис. 2. Вариант модели структуры объемной порошковой огнепреграждающей сетки с расположением частиц порошка внутри условного кубика

ской структуры. В центрах смежных кубиков сетки находятся частицы порошка. Расстояние между последними должно быть не более критического, при котором по мере продвижения поток пламени теряет больше половины тепла и потухает. Съем тепла порошком начинается в нижнем слое пространственной решетки и заканчивается после прохождения через объемную структуру взвешенного порошка.

Содержание порошка в смеси стехиометрического состава, для тушения которого используется объемная сетка, можно определить по одной из принятых моделей структуры “объемного огнепреграждателя” (рис. 2).

Содержание порошка в единице объема (тушащая концентрация) $\varphi_{\text{туш}}$ (кг/м³) определим по формуле (1), которая соответствует модели с кубической структурой:

$$\varphi_{\text{туш}} = 0,25\rho \left(\frac{d}{d + 2D_{\text{кр}}} \right)^3, \quad (1)$$

где ρ — средняя плотность материала порошка, кг/м³;

d — диаметр частицы, м;

$D_{\text{кр}}$ — критическое расстояние между частицами в кубической структуре, м.

Критическое расстояние между частицами определяется свойствами и составом порошка и составляет от 2 до 4 диаметров частиц. Размер частиц порошка обычно регламентируется производителем. Критическое расстояние между частицами зависит от удельной площади поверхности порошка. Чем больше удельная площадь и чем меньше средний размер одной частицы, тем меньше критическое расстояние между частицами. В этой модели химические свойства материала порошка не играют существенной роли, поскольку все порошки имеют близкий по величине коэффициент теплопроводности. Именно теплопроводность позволяет быстро отвести часть тепла из тонкой струйки пламени.

Огнетушащая концентрация порошка зависит от удельной площади его поверхности. Чем больше удельная площадь, тем ниже огнетушащая концентрация, а значит, выше огнетушащая эффективность. Наряду с удельной площадью поверхности особую роль играет удельная теплопроводность частиц порошка. Порошок на основе хлористого калия KCl заметно эффективнее порошка из хлористого натрия NaCl, поскольку удельная теплопроводность KCl в несколько раз выше, чем у NaCl.

При оценке тушащей концентрации по механизму огнепреграждения при $d = 50$ мкм и $D_{\text{кр}} = 3d$ установлена минимальная тушащая концентрация $\varphi_{\text{туш}} = 1,4$ кг/м³. Этот результат получен для слоя, содержащего 1,4 кг порошка, основным компонентом которого является хлористый натрий.

Процесс формирования объемного огнепреградителя может быть рассмотрен по схеме, аналогичной процессу тушения жидкими хладагентами резервуара со спиртом [5]. Порошок подается в нижнюю часть пламени таким образом, чтобы как можно меньшее количество его было вынесено восходящим потоком горючей смеси. Тогда слой “огнепреградителя” будет постепенно распространяться над всей поверхностью горящей жидкости.

Условием потухания пламени будет образование в газовой смеси слоя порошка с концентрацией не менее $\varphi_{\text{туш}}$. Расход порошка должен компенсировать его потери, которые происходят с непрерывно поднимающимся потоком пара. Секундный расход порошка должен обеспечить в восходящем потоке стехиометрической смеси пара и воздуха тушащую концентрацию порошка $\varphi_{\text{туш}}$. После накопления последней в зоне горения происходит тушение.

В смеси стехиометрического состава содержание горючего газа $m_{\text{г}}$ (кг) определяется по формуле

$$m_{\text{г}} = V_{\text{г}} M_{\text{г}} / 22,4 = \varphi_{\text{г}} V_{\text{см}} M_{\text{г}} / 22,4, \quad (2)$$

где $V_{\text{г}}$ — объем горючего газа в смеси стехиометрического состава;

$V_{\text{см}}$ — объем горючей смеси, м^3 ;

$M_{\text{г}}$ — молярная масса горючего, кг/моль ;

$\varphi_{\text{г}}$ — концентрация порошка, кг/м^3 .

Если удельная скорость выгорания жидкости составляет u_0 ($\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$), то для прекращения горения расход порошка q (кг/с) должен составлять не менее:

$$q = u_0 S_0 \varphi_{\text{туш}} / \varphi_{\text{г}}, \quad (3)$$

а критическая интенсивность подачи ОТВ

$$J_{\text{кр}} = u_0 \varphi_{\text{туш}} / \varphi_{\text{г}}, \quad (4)$$

где S_0 — площадь поверхности горения, м^2 .

Критическая интенсивность подачи порошка $J_{\text{кр}}$, которая соответствует секунднему расходу, определяется делением q на всю площадь поверхности пролива S_0 . Интенсивность, определенная по минимальной тушащей концентрации, будет критической, поскольку даже небольшое снижение ее не позволит потушить пламя, и время тушения станет очень большим.

Рассмотрим материальный баланс порошка, который формирует объемную сетку огнепреградителя над всей поверхностью горящей жидкости. Модель процесса тушения пламени по механизму огнепреграждения показана на рис. 3.

При тушении пламени аварийного пролива гептана критическая интенсивность подачи порошка, рассчитанная по формуле (4) с учетом (1) и (3), составляет $0,25 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

В данной модели вводится предположение, что толщина слоя, в котором происходит формирование

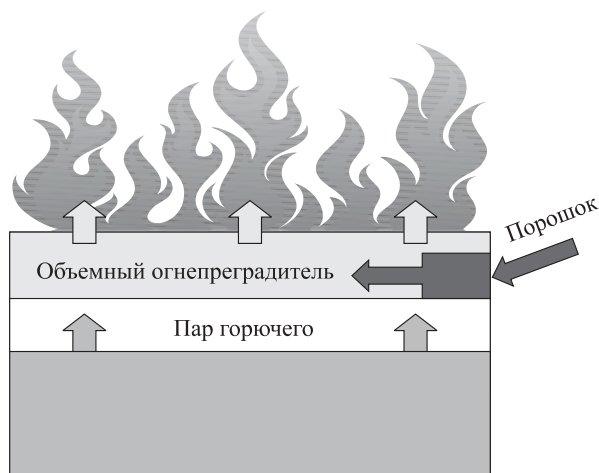


Рис. 3. Модель процесса тушения пламени по механизму огнепреграждения

пространственной структуры огнепреградителя, зависит от локального расхода порошка, поскольку порошковая струя эжектирует поток воздуха. Непосредственно вблизи от падающей струи толщина слоя будет зависеть от секундного расхода порошковой струи. Средняя толщина слоя объемного огнепреградителя складывается из минимальной толщины, определяемой минимальной тушащей концентрацией, и толщины слоя, пропорциональной скорости воздушной струи и дисперсности порошковой системы. В первом приближении примем, что толщина слоя в месте входа струи порошка пропорциональна его расходу. Минимальная толщина слоя h_0 (м) определяется из сопоставления теплоотвода и тепловыделения в зоне горения:

$$h_0 = \frac{d(d + 2\delta_0)u_0 Q_{\text{н}}}{2\lambda_0(T_f - T_0)}, \quad (5)$$

где δ_0 — критическое расстояние между частицами порошка в кубической структуре, м;

$Q_{\text{н}}$ — низшая теплота сгорания, Дж/кг ;

λ_0 — удельная теплопроводность, $\text{Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{К})$;

T_f, T_0 — средняя температура соответственно пламени и порошка, К ;

$$h = h_0 + h_q, \quad (6)$$

h — толщина тушащего слоя порошка, м;

h_q — максимальная толщина тушащего слоя порошка, нарастающая пропорционально расходу порошка, м;

$$h_q = \beta q; \quad (7)$$

β — константа, мало изменяющаяся с ростом q .

Выражение для h_q (7) используется при оптимизации процесса тушения пламени горючей жидкости порошком. Если потери порошка из-за его выноса происходят по всей площади горючей жидкости с одинаковой удельной скоростью u_0 , которая

остается неизменной в течение всего периода времени тушения, то материальный баланс порошка может быть представлен уравнением [4, 5]:

$$q d\tau_{\text{туш}} = S_0 u_0 d\tau_{\text{туш}} + \rho_{\text{см}} h dS_0, \quad (8)$$

где $\tau_{\text{туш}}$ — время тушения, с;

$\rho_{\text{см}}$ — средняя плотность смеси, кг/м³.

Уравнение (8) при граничных условиях $t = 0$ при $S_0 = 0$ имеет вид:

$$\begin{aligned} \ln \left(\frac{q - u_0 S_0}{q} \right) &= \ln \left(1 - u_0 \frac{S_0}{q} \right) = \\ &= \ln \left(1 - u_0 \frac{1}{q/S_0} \right) = \frac{U}{\rho_{\text{см}} h} \tau_{\text{туш}}. \end{aligned} \quad (9)$$

Заменим q/S_0 на J , тогда получим формулу для времени тушения:

$$\tau_{\text{туш}} = -\frac{\rho_{\text{см}} h}{u_0} \ln \left(1 - \frac{u_0}{J} \right). \quad (10)$$

Учитывая, что:

$$u_0 = q \varphi_{\Gamma} / (\varphi_{\text{туш}} S_0); \quad (11)$$

$$\rho_{\text{см}} = \varphi_{\Gamma} M_{\Gamma} / 22,4, \quad (12)$$

получим уравнение, учитывающее специфику процесса тушения по механизму огнепреграждения:

$$\tau_{\text{туш}} = -\frac{h_0 \varphi_{\text{туш}}^2 M_{\Gamma}}{22,4 J_{\text{кр}}} \varphi_{\Gamma} \ln \left(1 - \frac{q \varphi_{\Gamma}}{J \varphi_{\text{туш}} S_0} \right). \quad (13)$$

Для дальнейшего анализа с целью выявления оптимальной интенсивности подачи порошка воспользуемся формулой (10), в которую введем зависимость толщины тушащего слоя от интенсивности подачи порошка из (6):

$$\tau_{\text{туш}} = -\frac{\rho_{\text{см}} (\beta J + h_0)}{u_0} \ln \left(1 - \frac{u_0}{J} \right). \quad (14)$$

Величину q заменим на J путем деления ее на площадь поверхности резервуара. Тогда удельный расход порошка Q (кг/м³) будет рассчитываться по формуле

$$Q = J \tau_{\text{туш}} = (\beta J^2 + J h_0) \ln \left(1 - \frac{u_0}{J} \right). \quad (15)$$

Дальнейшие преобразования для выявления оптимальной интенсивности проведем способом, аналогичным описанному в предыдущих исследованиях [5–7], где тушение проводили с помощью низкотемпературных хладагентов и распыленной водой.

С целью получения расчетного соотношения для количественной оценки оптимальной интенсивности производную расхода по интенсивности приравняли к нулю и далее выявили взаимосвязь оптимальной $J_{\text{опт}}$ и критической интенсивности:

$$J_{\text{опт}} = 2,7 J_{\text{кр}} = u_0 \frac{\varphi_{\text{туш}} M_{\text{туш}}}{\varphi_{\Gamma} M_{\Gamma}}, \quad (16)$$

где $M_{\text{туш}}$ — молярная масса порошка, кг/моль.

Подставив $J = J_{\text{опт}}$ в формулу (15), получим выражение для расчета $G_{\text{мин}}$ для тушения пламени порошком в модели огнепреградителя:

$$G_{\text{мин}} = 3,7 \varphi_{\text{туш}} \frac{d(d + 2\delta_0) u_0 Q}{2\lambda_0 (T_f - T_0)}. \quad (17)$$

При сопоставлении хода анализа тепломассообмена при тушении пламени различными веществами (жидкими хладагентами, распыленной водой и порошком), независимо от принятой модели процесса тушения во всех исследованных случаях выявляется экстремальная зависимость удельного расхода от интенсивности подачи огнетушащего вещества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nash P. Powder and extinguishing system // Fire Prevention. — 1977. — No. 118. — P. 17–21.
2. Баратов А. Н., Корольченко А. Я., Кравчук Г. Н. и др. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник: в 2 кн. — М. : Химия, 1990. — Кн. 1. — С. 88.
3. Баратов А. Н., Возман Л. П. Огнетушащие порошковые составы. — М. : Стройиздат, 1982.
4. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник: в 2 ч. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Пожнаука, 2004. — Ч. I. — С. 124.
5. Корольченко Д. А., Шароварников А. Ф. Тушение горючих жидкостей высокотемпературными хладагентами // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23, № 5. — С. 67–71.
6. Шароварников А. Ф., Корольченко Д. А. Влияние дисперсности капель воды на эффективность тушения пожаров горючей жидкости // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 12. — С. 69–74.
7. Шароварников А. Ф., Корольченко Д. А. Тушение горючих жидкостей распыленной водой // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 11. — С. 70–74.

Материал поступил в редакцию 16 июня 2014 г.

EXTINGUISHING OF A FLAME BY DRY CHEMICAL POWDERS AND AEROSOL COMPOSITIONS

KOROL'CHENKO D. A., Candidate of Technical Sciences, Head of Department of Complex Safety in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; e-mail address: ICA_kbs@mgsu.ru)

SHAROVARNIKOV A. F., Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Complex Safety in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; e-mail address: ICA_kbs@mgsu.ru)

ABSTRACT

Efficiency of extinguishing means and methods is estimated by minimal consumption of fire extinguishing agent. From the theory of burning termination it is detected that for extinguishing of a flame it is enough to reduce the temperature in combustion zone down to 1000 °C that is equal to absorption of 50 % of heat released while burning in unit of time. Ways to reduce the temperature in combustion zone are considered. It is shown that regularities of flame extinguishing by dry chemical powders and aerosol compositions have much in common with mechanism of extinguishing effect of finely dispersed water. Powders have one more mechanism that impact on a flame — flame arrest effect. Material balance of a powder which forms the flame arrester volumetric grid over all surface of burning liquid is considered. The interrelation of optimum and critical intensity is revealed. It is shown that during extinguishing by various substances (liquid freon, sprayed water and powder), irrespective of the accepted suppression model, in all studied cases it is revealed an extreme dependence of specific consumption on delivery rate intensity of extinguishing substance.

Keywords: fire extinguishing; fire-extinguishing powder; aerosol composition; flame arrest effect; удельный расход огнетушащего вещества; intensity of extinguishing substance delivery rate; mechanism of extinguishing action.

REFERENCES

1. Nash P. Powder and extinguishing system. *Fire Prevention*, 1977, no. 118, pp. 17–21.
2. Baratov A. N., Korol'chenko A. Ya., Kravchuk G. N. et al. *Pozharovzryvoopasnost veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya: spravochnik* [Fire and explosion hazard of substances and materials and their means of fighting. Reference]. Moscow, Khimiya Publ., 1990, book 1, p. 88.
3. Baratov A. N., Vogman L. P. *Ognetushashchiye poroshkovyye sostavy* [Fire-extinguishing powders]. Moscow, Stroyizdat, 1982.
4. Korol'chenko A. Ya., Korol'chenko D. A. *Pozharovzryvoopasnost veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya: spravochnik. 2-e izd.* [Fire and explosion hazard of substances and materials and their means of fighting. Reference. 2nd ed.]. Moscow, Pozhnauka Publ., 2004, part I, p. 124.
5. Korol'chenko D. A., Sharovarnikov A. F. Tusheniye goryuchikh zhidkostey vysokokipyashchimi khladonami [Combustible liquids suppression with high-boiling halons]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2014, vol. 23, no. 5, pp. 67–71.
6. Sharovarnikov A. F., Korol'chenko D. A. Vliyaniye dispersnosti kapel vody na effektivnost tusheniya pozharov goryuchey zhidkosti [Impact of dispersion of water drops on the efficiency of fire extinguishing of combustible liquid]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 12, pp. 69–74.
7. Sharovarnikov A. F., Korol'chenko D. A. Tusheniye goryuchikh zhidkostey raspylennoy vodoy [Extinguishing of combustible liquid by atomized water]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 11, pp. 70–74.

УДК 614.84

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА ДИСПЕТЧЕРОВ И ЛИНИЙ СВЯЗИ ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКИХ СЛУЖБ

© **А. А. ТАРАНЦЕВ**, д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский просп., 149; e-mail: t__54@mail.ru)

Предлагается проект свода правил “Определение числа диспетчеров и линий связи дежурно-диспетчерских служб”, содержащий методику определения рационального количественного состава дежурной смены диспетчеров и числа линий связи дежурно-диспетчерских пунктов. Методика позволяет найти такое число диспетчеров и линий связи, чтобы, с одной стороны, не утратить поступившее сообщение из-за загруженности диспетчеров и линий связи, а с другой — избежать ненужной и финансово затратной избыточности. Методика, изложенная в проекте свода правил, основывается на положениях теории массового обслуживания и позволяет определять число диспетчеров в дежурной смене и линий связи простым графоаналитическим способом, делающим ее доступной для широкого круга специалистов.

Для обеспечения пожарной безопасности в нашей стране разработано и действует большое количество нормативных документов. Это и федеральные законы (ФЗ), и государственные стандарты (ГОСТ и ГОСТ Р), и постановления Правительства РФ, и своды правил (СП), и строительные нормы и правила (СНиП), и нормы пожарной безопасности (НПБ), и приказы и распоряжения МЧС, и ведомственные нормативные документы и пр.¹ Эти документы распространяются на все стороны деятельности пожарной охраны (ПО) — от правового регулирования до испытаний огнетушителей.

Тем не менее среди всего множества этих документов нет ни одного, регламентирующего определение рационального количества диспетчеров в дежурной смене и линий связи (ЛС) дежурно-диспетчерских служб (ДДС)² — центров управления силами и средствами (ЦУСС) ПО, единых ДДС (ЕДДС) и центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС). Такая ситуация представляется весьма странной и не соответствующей современному положению дел с пожарами и ЧС в РФ. В частности, после перехода ГПС из МВД в МЧС номер “01” стал единым, поэтому на него стало поступать в несколько раз больше звонков и возникла острая необходимость в увеличении числа диспетчеров и ЛС. Однако ввиду отсутствия стандартизированной методики расчета

необходимого числа диспетчеров и ЛС руководство ГПС столкнулось с проблемой обоснования увеличения состава дежурных смен ЦУСС и их оснащения, которая, в свою очередь, связана с финансовыми и кадровыми вопросами. В то же время потеря сообщения о пожаре или ЧС ввиду перегруженности ЛС и из-за ограниченного числа диспетчеров чревата риском гибели людей, большим материальным ущербом и отрицательными социально-психологическими последствиями.

Понимая эту проблему, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России провел большой объем научных исследований, позволивший создать расчетную методику обоснования числа диспетчеров и ЛС ДДС. Ее основные положения были опубликованы в журнале “Пожаровзрывобезопасность” [1] и вошли в учебные пособия [2, 3], что можно рассматривать как своего рода апробацию.

К методике предъявляются следующие требования:

а) она должна основываться на известном и хорошо апробированном математическом аппарате, в частности на общепринятых положениях теории массового обслуживания [4–8];

б) число диспетчеров n и ЛС L должно быть таким, чтобы выполнялись условия:

- вероятность отказа $p_{\text{отк}}$ в приеме сообщения не должна быть больше допустимого значения — 0,001 или 0,1 % [9];
- среднее время ожидания абонентом связи с диспетчером не должно превышать допустимого значения $t_d \approx 10$ с [10] во избежание риска преждевременного ухода абонента с линии связи и потери тем самым его сообщения;

¹ Привести здесь весь перечень нормативных документов в области пожарной безопасности не представляется возможным — с ними можно ознакомиться в интернете или в Национальной справочно-информационной службе в области пожарной безопасности (НСИС ПБ).

² В перспективе могут появиться аналогичные структуры для оперативного реагирования на различные ЧС, имеющие соответствующие аббревиатуры, но далее будем использовать аббревиатуру ДДС.

- нагрузка на диспетчера также не должна превышать допустимого значения $\rho_d \approx 0,4$ [10], поскольку в случае переутомления диспетчера возникает риск ошибочных действий с его стороны при обработке сообщения;
- вероятность немедленной связи абонента с диспетчером p_n должна быть не меньше некоторого допустимого значения, например 0,9 или 0,95 (данное условие не является определяющим и может рассматриваться как дополнительное);

в) методика должна учитывать готовность диспетчеров (отношение времени нахождения диспетчера на рабочем месте к продолжительности смены) и надежность систем связи;

г) методика должна быть достаточно простой, не требующей специальных компьютерных программ и рассчитанной на базовую квалификацию специалистов в пожарной охране.

С учетом перечисленных требований был разработан проект СП “Определение числа диспетчеров и линий связи дежурно-диспетчерских служб”. Он предусматривает определение рационального числа диспетчеров n и ЛС L ДДС простым графоаналитическим способом и проверку полученных значений данных параметров с использованием известных алгебраических выражений. В проекте СП приведены примеры нахождения величин n и L как для периода, характеризующегося наибольшей нагрузкой диспетчеров и ЛС, так и для периода наименьшей нагрузки с целью установления возможности временного высвобождения диспетчеров и ЛС.

Ознакомление широкого круга специалистов с проектом данного СП позволит, во-первых, вооружить их соответствующей расчетной методикой, а во-вторых, собрать отзывы специалистов о данном проекте с целью обоснования внедрения СП и, при необходимости, его совершенствования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов В. С., Погорельская К. В., Таранцев А. А. Методика определения рационального числа операторов и линий связи Центра управления силами Федеральной противопожарной службы // Пожаровзрывобезопасность. — 2007. — Т. 16, № 6. — С. 4–9.
2. Артамонов В. С., Погорельская К. В., Таранцев А. А. Методика определения числа операторов и линий связи центра управления силами пожарной охраны : учебное пособие. — СПб. : Изд-во СПбУ ГПС МЧС России, 2009. — 19 с.
3. Корольков А. П., Смирнов А. С., Таранцев А. А., Терехин С. Н. Автоматизированные системы управления и связь. Организация, технические средства связи и оповещения : учебное пособие / Под ред. В. С. Артамонова. — СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2010.
4. Новиков О. А., Петухов С. И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания / Под ред. акад. АН УССР Б. В. Гнеденко. — М. : Сов. радио, 1969. — 399 с.
5. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. — М. : Сов. радио, 1971. — 520 с.
6. Вентцель Е. С. Исследование операций. — М. : Сов. радио, 1972. — 552 с.
7. Клейрок Л. Теория массового обслуживания. — М. : Машиностроение, 1979. — 432 с.
8. Таранцев А. А. Инженерные методы теории массового обслуживания. Изд. 2-е, перераб. и доп. — СПб. : Наука, 2007. — 175 с.
9. РД 45.120–2000 (НТП 112–2000). Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети : утв. Минсвязи России 12.10.2000 г.; введ. 12.10.2000 г. — М. : ЦНТИ “Информсвязь”, 2000.
10. Шаровар Ф. И. Автоматизированные системы и связь в пожарной охране. — М. : Радио и связь, 1987.

Материал поступил в редакцию 19 февраля 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

СВОД ПРАВИЛ

ПРОЕКТ
СП **.13130.2014

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА
ДИСПЕТЧЕРОВ И ЛИНИЙ СВЯЗИ
ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКИХ СЛУЖБ**

Издание официальное

Москва
2014

СП **.13130.2014

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ “О техническом регулировании”, а правила применения сводов правил — постановлением Правительства Российской Федерации “О порядке разработки и утверждения сводов правил” от 19 ноября 2008 г. № 858.

Сведения о своде правил

- 1 РАЗРАБОТАН Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России (авторы: В. С. Артамонов, К. В. Погорельская, А. А. Таранцев)
- 2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 274 “Пожарная безопасность”
- 3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом МЧС России от **.**.2014 г. № ***
- 4 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
- 5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему своду правил публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе “Национальные стандарты”, а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях “Национальные стандарты”. В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе “Национальные стандарты”. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте разработчика (СПБУ ГПС МЧС России) и ФГУ ВНИИПО МЧС России в сети Интернет.

© МЧС России, 2014

© СПБУ ГПС МЧС России, 2014

Настоящий свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения МЧС России и СПБУ ГПС МЧС России.

ОГЛАВЛЕНИЕ

- 1** Область применения
- 2** Нормативные ссылки
- 3** Термины и определения
- 4** Общие положения
- 5** Методика предварительного определения числа диспетчеров и линий связи ДДС
- 6** Методика уточненного определения числа диспетчеров и линий связи с учетом готовности диспетчеров и аппаратной надежности

Приложение А Определение значений гамма-функции и величины S_1

Приложение Б (рекомендуемое) Пример предварительного определения числа диспетчеров и линий связи ДДС в часы наибольшей нагрузки

Приложение В (рекомендуемое) Пример уточнения числа диспетчеров и линий связи с учетом готовности диспетчеров и аппаратной надежности

Приложение Г (рекомендуемое) Пример возможности временного высвобождения числа диспетчеров и линий связи ДДС в часы наименьшей нагрузки

СП **.13130.2014

СВОД ПРАВИЛ (проект)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ДИСПЕТЧЕРОВ И ЛИНИЙ СВЯЗИ
ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКИХ СЛУЖБ

Determination of number of controllers and communication lines of call-centers

Дата введения 2014–**–**

1 Область применения

1.1 Настоящий свод правил разработан в соответствии со ст. 3, 5, 7 и 22 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ “О пожарной безопасности” (в ред. 30.11.2011 г.); со ст. 4 ГОСТ 12.1.004–91* “ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования”; с пп. 2.4–2.8 “Методических рекомендаций по действиям подразделений ФПС при тушении пожаров и проведении АСР” от 22.06.2010 г., является нормативным документом по пожарной безопасности в области стандартизации добровольного применения и устанавливает методы определения рационального числа диспетчеров и линий связи дежурно-диспетчерских служб (ДДС), в том числе единых — ЕДДС, осуществляющих обработку сообщений о пожарах, ЧС или иных угрожающих событиях.

1.2 Выбор рационального числа диспетчеров и линий связи ДДС осуществляется из условий, с одной стороны, быстрой и правильной обработки сообщения, а с другой — минимизации затрат на создание и функционирование ДДС.

1.3 Настоящий свод правил не распространяется на ДДС:

- полиции, Министерства обороны, ФСБ и иных министерств и ведомств, кроме МЧС;
- промышленных, производственных и иных объектов различных форм собственности.

1.4 Настоящий свод правил может быть использован при разработке специальных технических условий при проектировании ДДС в системе МЧС (а также в других министерствах и ведомствах по их решению) и определении штатной численности их сотрудников.

2 Нормативные ссылки

В настоящем СП использованы нормативные ссылки на следующие нормативные документы¹:

Порядок тушения пожаров подразделениями пожарной охраны : утв. приказом МЧС России от 31.03.2010 г.; зарег. в Минюсте России 09.10.2011 г., рег. № 20970.

ГОСТ Р 22.7.01–99. Безопасность в ЧС. Единая дежурно-диспетчерская служба.

РД 45.120–2000 (НТП 112–2000). Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **дежурно-диспетчерский пункт**: Здание или помещение, где размещены рабочие места диспетчеров, принимающих и обрабатывающих сообщения (вызовы) от абонентов о пожарах и ЧС или сигналы от автоматических систем контроля пожаровзрывобезопасности объектов.

¹ При пользовании настоящим СП целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим СП следует руководствоваться заменяющим (измененным) нормативным документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3.2 абонент: Физическое лицо, связывающееся с диспетчером с целью передачи информации о пожаре или ЧС.

3.3 диспетчер: Должностное лицо, принимающее и обрабатывающее информацию о пожаре или ЧС.

3.4 обработка сообщения: Процесс приема и уточнения информации о пожаре или ЧС, формирования решения о направлении подразделений пожарной охраны к месту пожара или ЧС, доведения этого решения в форме приказа на выезд соответствующим подразделениям и, при необходимости, информирования об этом других должностных лиц.

3.5 часы наибольшей нагрузки: Время суток, в которое, как следует из статистических наблюдений, имеет место наибольшая частота поступления сообщений в ДДС.

3.6 часы наименьшей нагрузки: Время суток, в которое, как следует из статистических наблюдений, имеет место наименьшая частота поступления сообщений в ДДС.

3.7 коэффициент готовности диспетчера: Отношение общего времени нахождения диспетчера на рабочем месте в течение смены к длительности смены.

3.8 коэффициент готовности линий связи: Отношение среднего числа исправных линий связи к их общему числу в ДДС.

В настоящем своде правил применяются следующие аббревиатуры: СП — свод правил; ДДС — дежурно диспетчерская служба; ЕДДС — единая ДДС; ЛС — линия связи; СМО — система массового обслуживания; ЧНН — часы наибольшей нагрузки.

4 Общие положения

4.1 При формулировании методик данного СП использованы основные положения теории массового обслуживания и ее модификаций с учетом особенностей работы центров управления силами пожарной охраны. Основная использованная литература:

- Артамонов В. С., Погорельская К. В., Таранцев А. А. Методы определения числа операторов и линий связи центра управления силами пожарной охраны : учебное пособие. — СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2009;
- Вентцель Е. С. Исследование операций. — М. : Сов. радио, 1971;
- Корольков А. П., Смирнов А. С., Таранцев А. А., Терехин С. Н. Автоматизированные системы управления и связь. Организация, технические средства связи и оповещения : учебное пособие / Под ред. В. С. Артамонова. — СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2010;
- Таранцев А. А. Инженерные методы теории массового обслуживания. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — СПб. : Наука, 2007;
- Шаровар Ф. И. Автоматизированные системы управления и связь в пожарной охране : учебное пособие. — М. : ВИПТШ МВД СССР, 1987.

4.2 Принятые допущения: поток сообщений в ДДС простейший (т. е. стационарный пуассоновский); время обслуживания сообщения диспетчером случайное и имеет экспоненциальное распределение; поступившее к диспетчеру сообщение он обрабатывает лично, без привлечения других диспетчеров; очередь сообщений организована по принципу FIFO (“раньше пришел — раньше обслужился”); процесс обработки сообщений установившийся.

4.3 Используемые обозначения приведены в табл. 1.

5 Методика предварительного определения числа диспетчеров и линий связи ДДС

Предварительный выбор числа диспетчеров n и ЛС L осуществляется с использованием номограммы, приведенной на рис. 1², в следующем порядке:

² Номограмма на рис. 1 построена с учетом требования РД 45.120–2000 (НТП 112–2000): $p_{\text{отк}} \leq 0,001$ (вероятность отказа в приеме сообщения не более $p_d = 0,1\%$).

СП **.13130.2014

Таблица 1 — Обозначения и их пояснения

Обозначение	Пояснение	Физическая размерность
λ	Частота поступления сообщений	мин ⁻¹
$t_{об}$	Среднее время обработки сообщения диспетчером	мин
$\alpha = t_{об} \lambda$	Приведенная нагрузка	—
n	Число диспетчеров	—
L	Число ЛС	—
$\rho = \alpha/n$	Нагрузка на диспетчера	—
$p_{отк}$	Вероятность отказа в приеме сообщения	—
p_n	Вероятность немедленного приема сообщения диспетчером	—
p_0	Вероятность незанятости диспетчеров и ЛС	—
$t_{ож}$	Время ожидания связи с диспетчером	мин
$\tau_{ож} = t_{ож} \lambda$	Приведенное время ожидания	—
$k_d \leq 1$	Коэффициент готовности диспетчера	—
$k_{ЛС} \leq 1$	Коэффициент готовности ЛС	—
$v = k_d n$	Действующее число диспетчеров	—
$\Lambda = k_{ЛС} L$	Действующее число ЛС	—
$p_d, p_{нд}, p_d, t_d$	Допустимые значения $p_{отк}, p_n, \rho, t_{ож}$	—
S_1, S_2, f, z	Вспомогательные переменные	—
А, Б	Исходная и принятая рабочие точки	—

а) задаются допустимыми значениями времени ожидания $t_{ож}$, нагрузки на диспетчера ρ и вероятности немедленного принятия сообщения p_n (рекомендуемые значения: $t_d \leq 10$ с $\approx 0,167$ мин; $\rho_d \leq 0,4$; $p_{нд} \geq 0,9$);

б) по результатам статистических наблюдений определяют численные значения величин λ^3 и $t_{об}$;

в) определяют приведенную нагрузку α и приведенное допустимое время ожидания τ_d : $\alpha = t_{об} \lambda$, $\tau_d = t_d \lambda$;

г) на номограмме (см. рис. 1) наносят исходную точку A_1 с координатами (α, τ_d) и от нее откладывают влево и вверх рабочий квадрант; в этом квадранте линией $p_{нд}$ влево и вверх и линией ρ_d влево и вниз выделяют рабочую область;

д) в этой рабочей области на пересечении линий n и L находят предварительную рабочую точку Б с наименьшими значениями n и L (в некоторых случаях таких рабочих точек может быть две — B_1 и B_2) и принимают эти значения (n, L) в качестве рабочих⁴;

е) проводят проверку, для чего вычисляют основные показатели работы ДДС по выражениям:

$$p_{отк} = p_0 \rho^L n^n / n!; \quad (1)$$

$$t_{ож} = t_{об} p_0 \alpha^n [1 - (L - n + 1) \rho^{L-n} + (L - n) \rho^{L-n+1}] / [n \cdot n! (1 - \rho)^2]; \quad (2)$$

$$\rho = \alpha n^{-1} \neq 1; \quad (3)$$

³ Величина λ определяется для ЧНН.

⁴ Если пересечение линий с минимальными значениями n и L лежит вне рабочей области, но вблизи от нее, то эту точку также имеет смысл принять в качестве предварительной рабочей точки.

СП **.13130.2014

$$p_n = p_0 (S_1 - \alpha^n / n!), \quad (4)$$

где $p_0 = (S_1 + S_2)^{-1}$ — вероятность незанятости ДДС (свободны все диспетчеры и ЛС); S_1 и S_2 — вспомогательные величины, которые находят из выражений:

$$S_1 = \sum_{i=0}^n \alpha^i / i!; \quad (5)$$

$$S_2 = \begin{cases} 0 & \text{при } L < n; \\ \rho(\rho^n - \rho^L) n^n / [n!(1 - \rho)] & \text{при } L \geq n \text{ и } \rho \neq 1; \end{cases} \quad (6)$$

ж) если выполняются условия $p_{\text{отк}} \leq 0,001$, $t_{\text{ож}} \leq t_{\text{д}}$, $p_n \geq p_{\text{нд}}$ и $\rho \leq \rho_{\text{д}}$, то найденные величины (n, L) принимаются. Если хотя бы одно из условий не выполняется, то увеличивают на единицу параметр L и/или n , после чего повторяют проверку по выражениям (1)–(6).

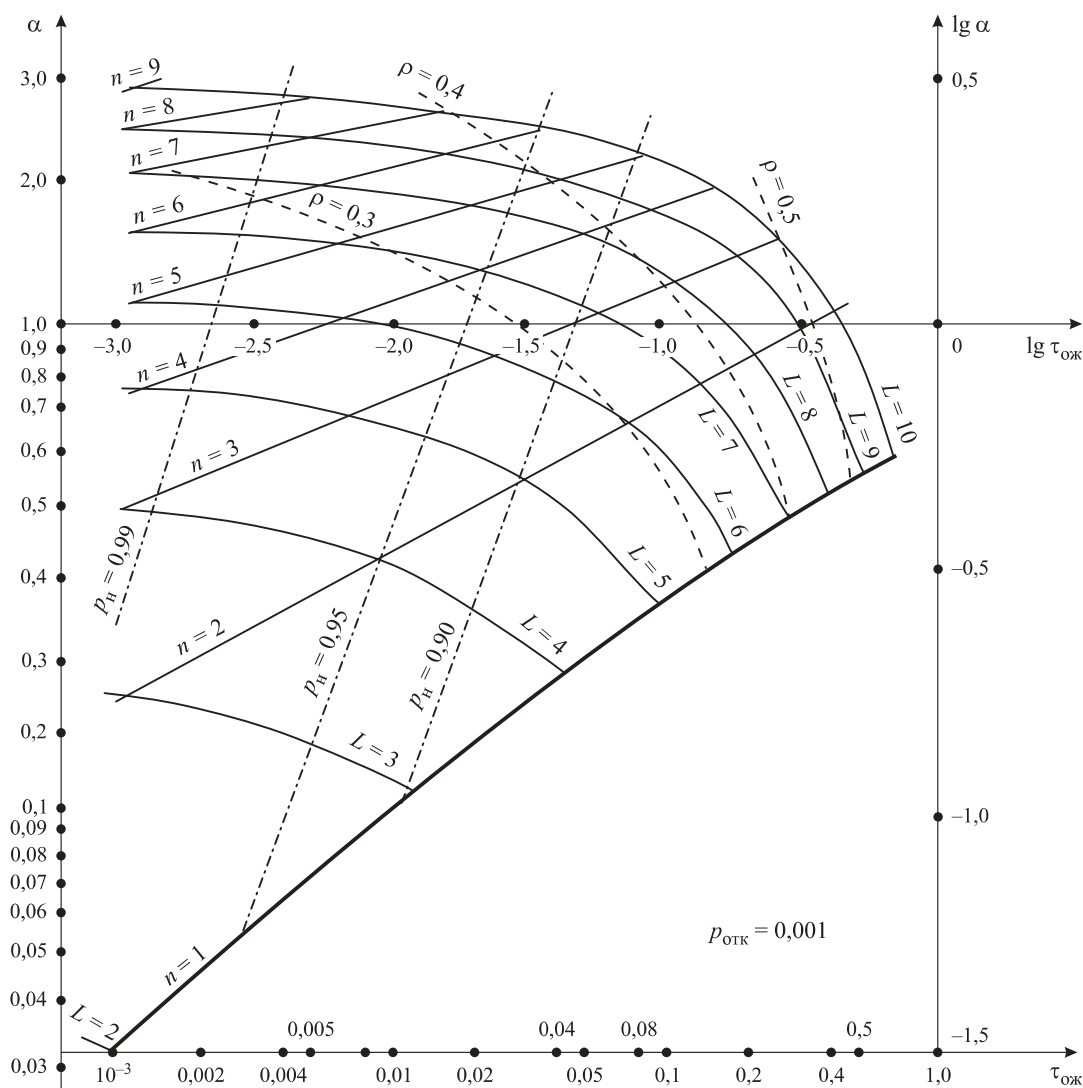


Рис. 1 Номограмма “приведенная нагрузка α — приведенное время ожидания $\tau_{\text{ож}}$ ” с линиями равных значений числа операторов n , ЛС L , нагрузки на диспетчера ρ и вероятности немедленного принятия сообщения p_n при вероятности отказа в приеме сообщения $p_{\text{отк}}$ не более 0,1 %

СП **.13130.2014



Рис. 2 Блок-схема определения числа диспетчеров и линий связи ДДС

6 Методика уточненного определения числа диспетчеров и линий связи с учетом готовности диспетчеров и аппаратной надежности

Выполняют пункт “а”, затем пункт “б” с учетом коэффициентов $k_d < 1$ и $k_{лс} < 1$, полученных по результатам статистических наблюдений, а также пункты “в”–“д”. Далее выполняют следующие пункты (см. блок-схему на рис. 2):

з) вычисляют действующие значения $v = k_d n$ и $\Lambda = k_{лс} L$;

и) проводят проверку по выражениям:

$$p_{отк} = p_0 \rho^\Lambda v^v / \Gamma(v + 1); \quad (7)$$

$$t_{ож} = t_{об} p_0 \alpha^v [1 - (\Lambda - v + 1) \rho^{\Lambda - v} + (\Lambda - v) \rho^{\Lambda - v + 1}] / [v \Gamma(v + 1) (1 - \rho)^2]; \quad (8)$$

$$\rho = \alpha v^{-1} \neq 1; \quad (9)$$

$$p_n = p_0 [S_1 - \alpha^v / \Gamma(v + 1)], \quad (10)$$

где $\Gamma(*)$ — гамма-функция; вспомогательные величины S_1 и S_2 находят из выражений⁵:

$$S_1 = \sum_{i=0}^v \alpha^i / i!; \quad (11)$$

$$S_2 = \begin{cases} 0 & \text{при } \Lambda < v; \\ \rho (\rho^v - \rho^\Lambda) v^v / \Gamma(v + 1) (1 - \rho) & \text{при } L \geq n \text{ и } \rho \neq 1; \end{cases} \quad (12)$$

⁵ Порядок вычисления значений гамма-функции и величины S_1 приведен в приложении А.

ж) если выполняются условия $p_{\text{отк}} \leq 0,001$, $t_{\text{ож}} \leq t_{\text{д}}$, $p_{\text{н}} \geq p_{\text{нд}}$ и $\rho \leq \rho_{\text{д}}$, то найденные по номограмме на рис. 1 величины (n , L) принимаются. Если хотя бы одно из условий не выполняется, то увеличивают на единицу параметр L и/или n , после чего повторяют проверку по выражениям (7)–(12).

Порядок действий по обоснованному сокращению числа диспетчеров и высвобождения ЛС в часы наименьшей нагрузки проводится в соответствии с вышеизложенными положениями с той лишь разницей, что частота поступления сообщений λ определяется для часов наименьшей нагрузки.

Приложение А (рекомендуемое)

Определение значений гамма-функции и величины S_1

1. Величина гамма-функции $\Gamma(*)$ находится из справочной литературы⁶ (см. табл. А1). При $v \geq 1$ можно также воспользоваться приближенным выражением⁷:

$$v! = \Gamma(v+1) \approx (0,3989z^{0,4} + 0,5818z^{-1,4} + 0,01946z^{3,7}) K_{\Pi}, \quad (\text{A1})$$

где $z = 1 + v - \Pi$, $z \in [1; 2]$; Π — целая часть числа v ; $K_{\Pi} = \begin{cases} 1 & \text{при } \Pi = 0; \\ \prod_{i=0}^{\Pi-1} (i + z) & \text{при } \Pi > 0. \end{cases}$

При $v \geq 4$ может использоваться формула В. М. Калинина⁸:

$$v! = \Gamma(v+1) \approx 1,52004 (v^2 + v + 0,166667)^{0,5v + 0,25} e^{-v}. \quad (\text{A2})$$

Таблица А1 — Значения гамма-функции

x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	По формуле (A2)
0,50	1,7725	1,40	0,8873	1,85	0,9456	5,0	4! = 24	23,999
1,00	1,0000	1,45	0,8857	1,90	0,9618	5,5	52,342	52,343
1,05	0,9735	1,50	0,8862	1,95	0,9799	6,0	5! = 120	120,002
1,10	0,9514	1,55	0,8889	2,00	1! = 1	6,5	287,88	287,891
1,15	0,9330	1,60	0,8935	2,50	1,3294	7,0	6! = 720	720,017
1,20	0,9182	1,65	0,9001	3,00	2! = 2	7,5	1871,2	1871,304
1,25	0,9064	1,70	0,9086	3,50	3,3233	8,0	7! = 5040	5040,14
1,30	0,8975	1,75	0,9191	4,00	3! = 6	9,0	8! = 40320	40321,28
1,35	0,8912	1,80	0,9314	4,50	11,632	10	9! = 362880	362892,19

Примечание. $\Gamma(x) = \int_0^{\infty} t^{x-1} \exp(-t) dt$; $\Gamma(0,5) = \pi^{0,5}$; $\Gamma(m+x) = \Gamma(x) \prod_{i=0}^{m-1} (i+x)$, $m \geq 1$.

2. Величина S_1 при нецелых v может рассчитываться по выражению⁹:

$$S_1 \approx \exp(\alpha [1 - \exp(-f)]), \quad (\text{A3})$$

где $f = v [1,077 - 1,329 \lg \alpha + 0,5154 (\lg \alpha)^2 + 0,08 (1 - \lg \alpha) v]$.

При $v > 7\alpha^{4,3}$ и $\alpha \leq 2$ с точностью до 3-го знака после запятой может использоваться выражение

$$S_1 \approx \exp(\alpha). \quad (\text{A4})$$

⁶ Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. Изд. 13-е, испр. — М.: Наука, 1986.

⁷ Таранцев А. А. Инженерные методы теории массового обслуживания. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — СПб.: Наука, 2007.

⁸ Калинин В. М. Мои формулы. — СПб.: СПбГТУ, 1997.

⁹ Артамонов В. С., Погорельская К. В., Таранцев А. А. Методика определения числа операторов и линий связи центра управления силами пожарной охраны: учебное пособие. — СПб.: Изд-во СПбУ ГПС МЧС России, 2009.

СП **.13130.2014

Приложение Б
(рекомендуемое)Пример предварительного определения числа
диспетчеров и линий связи ДДС в часы наибольшей нагрузки

Б1. Требуется найти рациональное число диспетчеров в дежурной смене и ЛС для ЕДДС города с населением до 500 тыс. чел., если по результатам анализа статистических данных установлено, что в ЧНН (позднее вечернее время — с 23 до 24 ч) в ЕДДС поступает не менее 38 сообщений в час, т. е. $\lambda = 38/60 \approx 0,633 \text{ мин}^{-1}$, и что по результатам хронометрирования продолжительности обработки сообщений диспетчерами установлено: $t_{об} \approx 1,1 \text{ мин}$. Имеются ограничения на вероятность потери сообщения: $p_d = 0,001$, на время ожидания абонентом связи с диспетчером: $t_d = 10 \text{ с} = 0,167 \text{ мин}$, на загруженность диспетчера: $p_d = 0,4$ и на вероятность немедленного принятия сообщения: $p_{нд} = 0,9$ (полагаем: $k_d = k_{ЛС} = 1$).

Рассчитываем приведенные нагрузку и время ожидания (допустимое) соответственно: $\alpha = 0,633 \cdot 1,1 \approx 0,697$; $\tau_d = 0,633 \cdot 0,167 \approx 0,1056$. Находим также логарифмы этих величин: $\lg 0,697 \approx -0,157$; $\lg 0,1056 \approx -0,9765$.

По этим данным на номограмме (см. рис. 1) в соответствии с п. “г” наносим исходную рабочую точку A_1 (рис. 3) и выделяем влево и вверх от нее рабочий квадрант. На номограмме (см. рис. 3) в этом квадранте выделяем рабочую область (п. “д”), ограниченную линиями $p_d = 0,4$ и $p_{нд} = 0,9$, и находим в ней две предварительные рабочие точки B_1 и B_2 с координатами ($n = 4, L = 5$) и ($n = 3, L = 6$) соответственно.

Проводим проверку (пп. “е” и “ж”), для чего сначала для рабочей точки B_1 по выражению (3) вычисляем: $\rho = 0,697/4 \approx 0,1742 < 0,4 = p_d$ (убеждаемся, что условие неперегруженности диспетчера выполняется); $n! = 4! = 24$. Для сравнения по формуле (A2) Приложения А получаем: $4! \approx 23,999$. Рассчитываем величины S_1 и S_2 по выражениям (5) и (6) соответственно:

$$S_1 = 1 + 0,697 + 0,697^2/2 + 0,697^3/6 + 0,697^4/24 \approx 2,005;$$

$$S_2 = 0,1742(0,1742^4 - 0,1742^5) \cdot 4^4/[24(1 - 0,1742)] \approx 0,002.$$

Найдем вероятность незанятости ЕДДС (т. е. свободны все диспетчеры и ЛС):

$$p_0 = (S_1 + S_2)^{-1} = (2,005 + 0,002)^{-1} \approx 0,498.$$

Другие показатели работы ЕДДС найдем из выражений (1), (2) и (4):

$$p_{отк} = 0,498 \cdot 0,1742^5 \cdot 4^4/24 \approx 8,5 \cdot 10^{-4} < 0,001 = p_d;$$

$$t_{ож} = 1,1 \cdot 0,5 \cdot 0,697^4 [1 - (5 - 4 + 1) \cdot 0,1742^{5-4} + (5 - 4) \cdot 0,1742^{5-4+1}]/[4 \cdot 24(1 - 0,1742)^2] \approx 9,5 \cdot 10^{-4} \text{ мин} < 0,167 = t_d;$$

$$p_n = 0,498(2,005 - 0,697^4/24) \approx 0,994 > 0,9 = p_{нд}.$$

Таким образом, точку B_1 можно принять, т. е. ЕДДС с четырьмя диспетчерами и пятью ЛС сможет успешно справляться с потоком сообщений в ЧНН.

Проведем такую же проверку для рабочей точки B_2 ($n = 3, L = 6$). Согласно (3) $\rho = 0,697/3 \approx 0,232 < 0,4 = p_d$, т. е. условие неперегруженности диспетчера также выполняется: $n! = 3! = 6$. Для сравнения по формуле (A2) Приложения А получаем: $3! \approx 5,998$. Рассчитываем величины S_1 и S_2 :

$$S_1 = 1 + 0,697 + 0,697^2/2 + 0,697^3/6 \approx 1,9399;$$

$$S_2 = 0,232(0,232^3 - 0,232^6) \cdot 3^3/[6(1 - 0,232)] \approx 0,03373.$$

Рассчитываем вероятность незанятости ЕДДС:

$$p_0 = (S_1 + S_2)^{-1} = (1,9399 + 0,03373)^{-1} \approx 0,491.$$

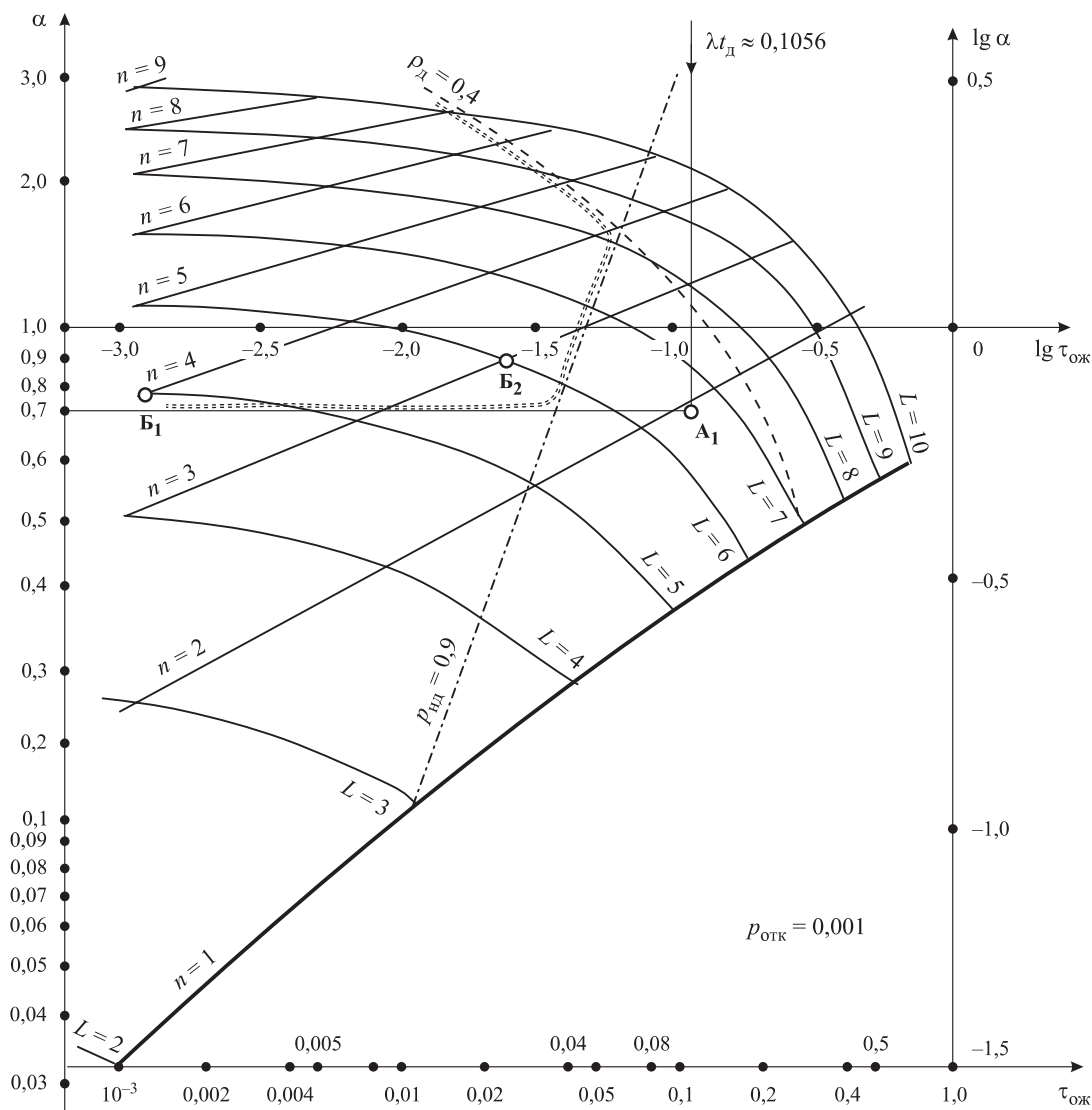


Рис. 3. Нахождение предварительных значений числа диспетчеров n и ЛС L в ЧНН при $\lambda \approx 0,633 \text{ мин}^{-1}$

Другие показатели работы ЕДДС найдем из выражений (1), (2) и (4):

$$p_{\text{отк}} = 0,491 \cdot 0,232^6 \cdot 3^3 / 6 \approx 3,4 \cdot 10^{-4} < 0,001 = p_{\text{д}};$$

$$t_{\text{ож}} = 1,1 \cdot 0,491 \cdot 0,697^3 [1 - (6 - 3 + 1) \cdot 0,232^{6-3} + (6 - 3) \cdot 0,232^{6-3+1}] / [3 \cdot 6(1 - 0,232)^2] \approx 0,0165 \text{ мин} < 0,167 = t_{\text{д}};$$

$$p_{\text{н}} = 0,491(1,9399 - 0,697^3 / 6) \approx 0,955 > 0,9 = p_{\text{нд}}.$$

Таким образом, и точку B_2 можно принять, т. е. ЕДДС с тремя диспетчерами и шестью ЛС также сможет успешно справиться с потоком сообщений в ЧНН. Причем вариант B_2 экономически предпочтительнее, чем B_1 .

Однако все приведенные оценки числа диспетчеров и ЛС справедливы при условии полной готовности диспетчеров и ЛС: $k_{\text{д}} = k_{\text{ЛС}} = 1$.

СП **.13130.2014

Приложение В
(рекомендуемое)

Пример уточнения числа диспетчеров и линий связи с учетом готовности диспетчеров и аппаратной надежности

Исходные данные те же, что и в Приложении Б, но рациональное число диспетчеров и ЛС требуется найти с учетом того, что диспетчеры могут временно отлучаться с рабочих мест, а аппаратура — отказывать. Предположим, по результатам наблюдений установлено: $k_d = 0,8$ и $k_{ЛС} = 0,9$.

Как и ранее, находим предварительные рабочие точки: B_1 ($n = 4, L = 5$) и B_2 ($n = 3, L = 6$).

1. Проводим проверку для точки B_1 , для чего определяем действующие значения числа диспетчеров и ЛС соответственно: $v = 0,8 \cdot 4 = 3,2$; $\Lambda = 0,9 \cdot 5 = 4,5$. Затем определяем загруженность диспетчеров: $\rho = 0,697/3,2 \approx 0,2177 < 0,4 = \rho_d$ и убеждаемся, что условие неперегруженности выполняется. В соответствии с Приложением А находим: $v! = 3,2! = \Gamma(4,2) \approx (0,3989 \cdot 1,2^{0,4} + 0,5818 \cdot 1,2^{-1,4} + 0,01946 \cdot 1,2^{3,7}) \cdot 1,2 \cdot 2,2 \cdot 3,2 \approx 7,757$ (здесь $z = 1 + 3,2 - 3 = 1,2$). Для сравнения по формуле (А2) получаем: $3,2! \approx 7,7645$. Находим вспомогательные переменные:

$$f = 3,2 [1,077 - 1,329 \lg 0,697 + 0,5154 (\lg 0,697)^2 + 0,08 (1 - \lg 0,697) \cdot 3,2] \approx 5,1;$$

$$S_1 = \exp(0,697 [1 - \exp(-5,1)]) \approx 1,9985;$$

$$S_2 = 0,2177 (0,2177^{3,2} - 0,2177^{4,5}) \cdot 3,2^{3,2} / [7,757 (1 - 0,2177)] \approx 0,0011.$$

Рассчитываем вероятность незанятости ЕДДС: $p_0 = (1,9985 + 0,0011)^{-1} \approx 0,5$. По выражениям (7), (8) и (10) рассчитываем значения вероятности потери сообщения, среднего времени ожидания и вероятности немедленного принятия сообщения соответственно:

$$p_{отк} = 0,5 \cdot 0,2177^{4,5} \cdot 3,2^{3,2} / 7,757 \approx 0,0028;$$

$$t_{ож} = 1,1 \cdot 0,5 \cdot 0,697^{3,2} (1 - 2,3 \cdot 0,2177^{1,3} + 1,3 \cdot 0,2177^{2,3}) / [3,2 \cdot 7,757 (1 - 0,2177)^2] \approx 0,0082 \text{ мин};$$

$$p_n = 0,5 (1,9985 - 0,697^{3,2} / 7,757) \approx 0,979.$$

Условие $p_{отк} < p_d = 0,1\%$ не соблюдается: $p_{отк} = 0,0028 > 0,001$. Несмотря на то что соблюдаются другие условия (т. е. $t_{ож} = 0,0082 < 0,167$ мин = t_d ; $\rho = 0,2177 < 0,4 = \rho_d$; $p_n = 0,979 > 0,9 = p_{нд}$), необходимо скорректировать число диспетчеров и ЛС.

В соответствии со схемой на рис. 2 увеличим число ЛС на одну: $L = 6$, а число диспетчеров оставим прежним ($n = 4$) и вновь проведем проверку с учетом, что $v = 0,8 \cdot 4 = 3,2$; $\Lambda = 0,9 \cdot 6 = 5,4$. Поскольку число диспетчеров не изменилось, $\rho \approx 0,2177$; $v! \approx 7,757$; $f \approx 5,1$; $S_1 \approx 1,9985$. Вычисляем величины S_2 и p_0 :

$$S_2 = 0,2177 (0,2177^{3,2} - 0,2177^{5,4}) \cdot 3,2^{3,2} / [7,757 (1 - 0,2177)] \approx 0,0109;$$

$$p_0 = (1,9985 + 0,0109)^{-1} \approx 0,498$$

и находим, что они тоже практически не изменились. По выражениям (7), (8) и (10) рассчитываем значения вероятности потери сообщения, среднего времени ожидания и вероятности немедленного принятия сообщения диспетчером соответственно:

$$p_{отк} = 0,498 \cdot 0,2177^{5,4} \cdot 3,2^{3,2} / 7,757 \approx 0,0007 < p_d;$$

$$t_{ож} = 1,1 \cdot 0,498 \cdot 0,697^{3,2} (1 - 3,2 \cdot 0,2177^{2,2} + 2,2 \cdot 0,2177^{3,2}) / [3,2 \cdot 7,757 (1 - 0,2177)^2] \approx 0,0102 \text{ мин} < t_d;$$

$$p_n = 0,498 (1,9985 - 0,697^{3,2} / 7,757) \approx 0,975 > p_{нд}.$$

Таким образом, теперь все условия соблюдаются, т. е. ЕДДС с четырьмя диспетчерами и шестью ЛС сможет успешно справляться с потоком сообщений в ЧНН даже при ограниченной готовности диспетчеров и ЛС.

2. Проводим такую же проверку для точки B_2 , для чего определяем действующие значения числа диспетчеров и ЛС соответственно: $\nu = 0,8 \cdot 3 = 2,4$; $\Lambda = 0,9 \cdot 6 = 5,4$. Затем вычисляем: $\rho = 0,697/2,4 \approx 0,2904$, $\nu! = 2,4! = \Gamma(3,4) \approx (0,3989 \cdot 1,4^{0,4} + 0,5818 \cdot 1,4^{-1,4} + 0,01946 \cdot 1,4^{3,7}) \cdot 1,4 \cdot 2,4 \approx 2,981$ (здесь $z = 1 + 2,2 - 2 = 1,4$). Для сравнения по формуле (A2) получаем: $2,4! \approx 2,980$.

Находим вспомогательные переменные и вероятность незанятости ЕДДС:

$$f = 2,4 [1,077 - 1,329 \lg 0,697 + 0,5154 (\lg 0,697)^2 + 0,08 (1 - \lg 0,697) \cdot 2,4] \approx 4,386;$$

$$S_1 = \exp (0,697 [1 - \exp (-4,386)]) \approx 1,9904;$$

$$S_2 = 0,2904 (0,2904^{2,4} - 0,2904^{5,4}) \cdot 2,4^{2,4} / [2,981 (1 - 0,2904)] \approx 0,0563;$$

$$p_0 = (1,9904 + 0,0563)^{-1} \approx 0,4886.$$

По выражениям (7), (8) и (10) рассчитываем значения вероятности потери сообщения абонента, среднего времени ожидания и вероятности немедленного принятия сообщения соответственно:

$$p_{\text{отк}} = 0,4886 \cdot 0,2904^{5,4} \cdot 2,4^{2,4} / 2,981 \approx 0,0017;$$

$$t_{\text{ож}} = 1,1 \cdot 0,4886 \cdot 0,697^{2,4} [1 - (1 + 3) \cdot 0,2904^3 + 3 \cdot 0,2904^{3+1}] / [2,4 \cdot 2,981 (1 - 0,2904)^2] \approx 0,0579 \text{ мин};$$

$$p_{\text{н}} = 0,4886 (1,9904 - 0,697^{2,4} / 2,981) \approx 0,9036.$$

Условие $p_{\text{отк}} < p_{\text{д}} = 0,1\%$ не соблюдается: $p_{\text{отк}} = 0,0017 > 0,001$. Несмотря на то что соблюдаются другие условия (т. е. $t_{\text{ож}} = 0,0579 < 0,167 \text{ мин} = t_{\text{д}}$; $\rho = 0,2904 < 0,4 = \rho_{\text{д}}$; $p_{\text{н}} = 0,9036 > 0,9 = p_{\text{нд}}$), необходимо скорректировать число диспетчеров и ЛС.

В соответствии со схемой на рис. 2 увеличим число ЛС на одну: $L = 6 + 1 = 7$, а число диспетчеров оставим прежним ($n = 3$) и вновь проведем проверку с учетом, что $\nu = 0,8 \cdot 3 = 2,4$; $\Lambda = 0,9 \cdot 7 = 6,3$. Поскольку число диспетчеров не изменилось, $\rho \approx 0,2904$; $\nu! \approx 2,981$; $f \approx 4,386$; $S_1 \approx 1,9904$. Вычисляем величины S_2 и p_0 :

$$S_2 = 0,2904 (0,2904^{2,4} - 0,2904^{6,3}) \cdot 2,4^{2,4} / [2,981 (1 - 0,2904)] \approx 0,05725;$$

$$p_0 = (1,9904 + 0,05725)^{-1} \approx 0,4884.$$

По выражениям (7), (8) и (10) рассчитываем значения вероятности потери сообщения абонента, среднего времени ожидания и вероятности немедленного принятия сообщения соответственно:

$$p_{\text{отк}} = 0,4884 \cdot 0,2904^{6,3} \cdot 2,4^{2,4} / 2,981 \approx 0,00055 < p_{\text{д}};$$

$$t_{\text{ож}} = 1,1 \cdot 0,4884 \cdot 0,697^{2,4} [1 - (1 + 3,9) \cdot 0,2904^{3,9} + 3,9 \cdot 0,2904^{3,9+1}] / [2,4 \cdot 2,981 (1 - 0,2904)^2] \approx 0,0608 \text{ мин} < t_{\text{д}};$$

$$p_{\text{н}} = 0,4884 (1,9904 - 0,697^{2,4} / 2,981) \approx 0,9032 > p_{\text{нд}}.$$

Теперь все условия соблюдаются, т. е. ЕДДС с тремя диспетчерами и семью ЛС сможет успешно справляться с потоком сообщений в ЧНН даже при ограниченной готовности диспетчеров и ЛС.

3. Таким образом, снова имеем два варианта рационального числа диспетчеров и ЛС ЕДДС: $n = 4, L = 6$ и $n = 3, L = 7$. С экономической точки зрения предпочтительным является 2-й вариант.

СП **.13130.2014

Приложение Г
(рекомендуемое)**Пример возможности временного высвобождения числа диспетчеров
и линий связи ДДС в часы наименьшей нагрузки**

Условия такие же, как и в предыдущих примерах, но рациональное число диспетчеров в дежурной смене и ЛС для ЕДДС находим для ночного периода, когда число звонков снизилось до 6 в час ($\lambda_n = 0,1 \text{ мин}^{-1}$), чтобы оценить, сколько можно высвободить на это время число диспетчеров и ЛС.

Рассчитываем приведенные нагрузку и допустимое время ожидания соответственно:

$$\alpha = 0,1 \cdot 1,1 = 0,11; \quad \tau_d = 0,1 \cdot 0,167 = 0,0167;$$

находим логарифмы этих величин: $\lg 0,11 \approx -0,959$; $\lg 0,0167 \approx -0,777$.

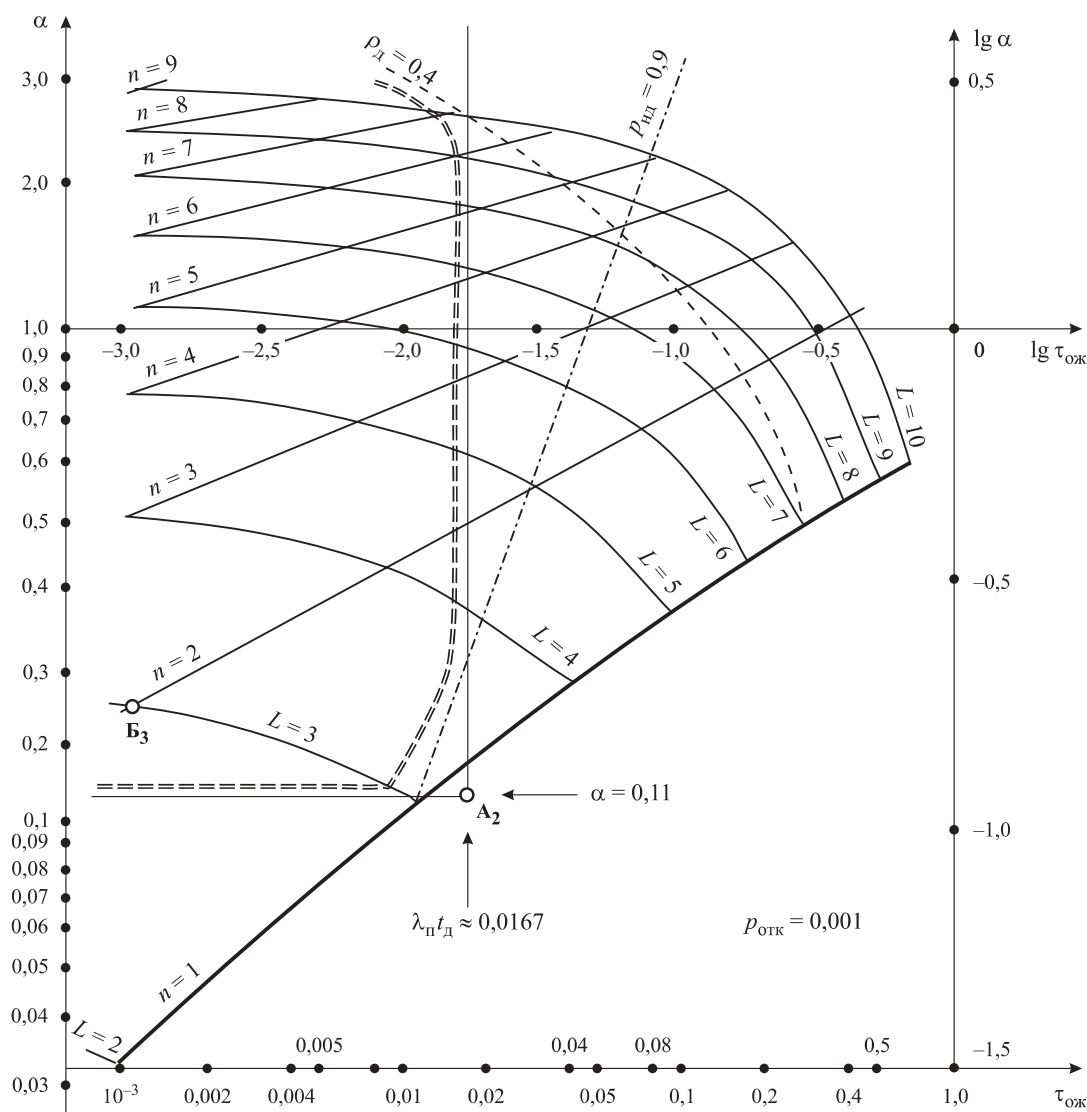


Рис. 4. Нахождение предварительных значений числа диспетчеров n и ЛС L ЕДДС для ночного времени при $\lambda = 0,1 \text{ мин}^{-1}$

По этим данным на номограмме (см. рис. 1) наносим исходную рабочую точку A_2 (рис. 4) и выделяем влево и вверх от нее рабочий квадрант. На номограмме (см. рис. 4) в этом квадранте выделяем рабочую область, ограниченную линиями $\rho_d = 0,4$ и $p_{нд} = 0,9$, и находим в ней предварительную рабочую точку B_3 с координатами $n = 2$ и $L = 3$.

Учитывая, что $k_d = 0,8$ и $k_{ЛС} = 0,9$, проведем проверку с использованием выражений (7)–(12), для чего найдем действующие значения числа диспетчеров и ЛС соответственно: $v = 0,8 \cdot 2 = 1,6$; $\Lambda = 0,9 \cdot 3 = 2,7$. Вычисляем: $\rho = 0,11/1,6 \approx 0,069 < 0,4 = \rho_d$ и убеждаемся, что диспетчеры не будут перегружены. Находим $v! = 1,6! = \Gamma(2,6) \approx (0,3989 \cdot 1,6^{0,4} + 0,5818 \cdot 1,6^{-1,4} + 0,01946 \cdot 1,6^{3,7}) \cdot 1,6 \approx 1,43$ (здесь $z = 1 + 1,6 - 1 = 1,6$). Рассчитываем вспомогательные переменные и вероятность незанятости ЕДДС:

$$f = 1,6 \cdot [1,077 - 1,329 \lg 0,11 + 0,5154 (\lg 0,11)^2 + 0,08 (1 - \lg 0,11) \cdot 1,6] \approx 4,519;$$

$$S_1 \approx \exp(0,11 [1 - \exp(-4,519)]) \approx 1,115;$$

$$S_2 = 0,069 (0,069^{1,6} - 0,069^{2,7}) \cdot 1,6^{1,6} / [1,43 (1 - 0,069)] \approx 1,445 \cdot 10^{-3};$$

$$p_0 = (1,115 + 1,445 \cdot 10^{-3})^{-1} \approx 0,896.$$

По выражениям (7), (8) и (10) рассчитываем значения вероятности потери сообщения, среднего времени ожидания и вероятности немедленного принятия сообщения соответственно:

$$p_{отк} = 0,896 \cdot 0,069^{2,7} \cdot 1,6^{1,6} / 1,6! \approx 9,74 \cdot 10^{-4} < p_d;$$

$$t_{ож} = 1,1 \cdot 0,896 \cdot 0,11^{1,6} [1 - (1 + 1,1) \cdot 0,069^{1,1} + 1,1 \cdot 0,069^{2,1}] / [1,6 \cdot 1,6! (1 - 0,069)^2] \approx 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ мин} < t_d;$$

$$p_n = 0,896 (1,115 - 0,11^{1,6} / 1,6!) \approx 0,981 > p_{нд}.$$

Таким образом, все условия соблюдаются, т. е. ЕДДС с двумя диспетчерами и тремя ЛС сможет успешно справляться с потоком сообщений в ночное время даже при ограниченной готовности диспетчеров и ЛС. Это означает, что по сравнению с работой в ЧНН в ночной период дежурная смена ЕДДС может быть обоснованно сокращена, а ряд ЛС временно высвобождены.

**ВОПРОС:**

В Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций (СО 153-34.21.122–2003) в п. 3.2.1.2 отмечено, что металлические резервуары могут использоваться в качестве естественных молниеприемников, если толщина их стенок составляет 4 мм и более. При этом на практике большинство резервуаров нефтебаз в обязательном порядке защищаются крышевыми или отдельно стоящими молниеотводами, даже если толщина стенок этих резервуаров составляет 4 мм. Допускается ли руководствоваться требованиями СО 153-34.21.122–2003 к естественным молниеприемникам в виде резервуаров определенной толщины без установки на них дополнительных искусственных молниеприемников?

ОТВЕТ:

Требования к толщине стенок резервуаров при использовании их в качестве естественных молниеприемников представлены не только в СО 153-34.21.122–2003 [1], но и в международном стандарте IEC 62305-3 [2].

Проплавление током молнии стенок металлических резервуаров может привести к взрыву горючих газов и паров, содержащихся в них, поэтому при использовании железобетонных резервуаров с учетом коррозии за минимальную толщину их стенок, способную сохранить герметичность установки при отсутствии высоких давлений, принимают 5 мм.

Согласно СО 153-34.21.122–2003 [1] допускается использовать в качестве естественных молниеприемников стенку стальных резервуаров при условии, что повышение температуры с ее внутренней стороны в точке удара молнии не представляет опасности. Под фразой “не представляет опасности” подразумеваются условия, при которых повышенная температура внутренней стенки резервуара не превышает температуру самовоспламенения смеси внутри него.

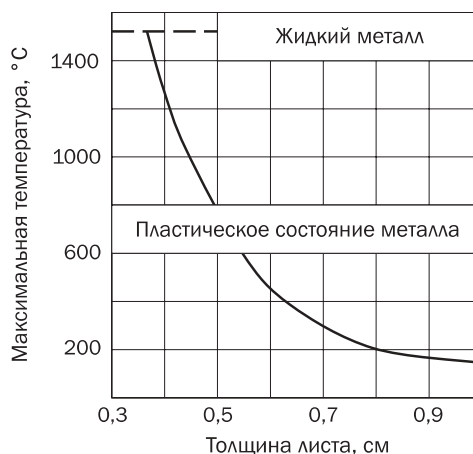
При воспламенении горючей смеси в аппарате, пораженном молнией, необходимо учитывать и то, что горючие смеси имеют период индукции, или время запаздывания самовоспламенения. Воспламенения смеси не произойдет, если указанный период больше времени охлаждения нагретого участка стенки до величины ниже температуры самовоспламенения. В противном случае, если он меньше этого времени, то горючая смесь воспламенится.

Опытами установлено, что время нагрева и охлаждения пораженного молнией участка стального листа колеблется от 0,1 до 10 с. Максимум температуры возникает через 1–2 с с момента начала удара молнии и снижается пропорционально толщине листа. Период же индукции у ряда веществ может быть меньше интервала между возникновением максимума температуры и охлаждением поражаемого участка стенки. Для метановоздушных смесей в зависимости от содержания в них метана

(6–10 %) и температуры их нагрева (775–875 °С) период индукции колеблется от 0,35 до 1,23 с. Для водородовоздушных смесей при концентрации водорода 27,8–34 % период индукции составляет 3 мс, а для ацетиленовоздушных смесей при концентрации ацетилена 10–18 % — 4–14 мс. Из приведенных примеров видно, что резервуары со смесями, содержащими водород или ацетилен, более опасны, чем смеси с метаном.

Представленный на рисунке график позволяет выбрать допустимую толщину металла для наружных взрывоопасных установок. Там, где допустимо повышение температуры внутренней стенки до 800–1200 °С (с учетом всех свойств среды) и нет высоких давлений, можно ограничиться толщиной стенки 4–5 мм. В установках, содержащих газ или жидкость под давлением, толщина должна быть 5,5–6,0 мм, в противном случае разогретый металл под силой давления будет разорван или вспучится, что может привести к пожару или взрыву.

Таким образом, при решении вопроса об использовании взрывоопасных наружных технологических установок в качестве естественных молниеприемников в каждом отдельном случае необходим тщательный анализ указанных выше условий. В сомнительных случаях (установки под избыточным давлением) для исключения непосредственного контакта канала молнии с установкой на последней устанавливают специальный молниеприемник.



Зависимость температуры нагрева стенок резервуара от толщины листа

В заключение следует отметить, что в зарубежной практике молниезащиты (США) используются стальные резервуары с толщиной стенок и крыши 5 мм без установки дополнительных молниеприемников. При этом допускается воспламенение смеси от прямого удара молнии над дыхательными клапанами или газоотводными трубами, а защита от передачи пламени во внутреннее пространство резервуара обеспечивается огнепреградителями, конструкция которых отличается достаточно высокой степенью надежности и быстродействием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СО 153-34.21.122–2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций : приказ Минэнерго России от 30.06.2003 г. № 280; введ. 30.06.2003 г. — М. : Изд-во МЭИ, 2004.
2. IEC 62305-3 (2010). Protection against lightning — Part 3: Physical damage to structures and life hazard (Защита от

молнии. Часть 3. Физические повреждения конструкций и опасность для жизни).

Ответ подготовили сотрудники кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи Академии ГПС МЧС России: канд. техн. наук, профессор, академик НАНПБ **В. Н. ЧЕРКАСОВ**; старший преподаватель **А. С. ХАРЛАМЕНКОВ** (e-mail: h_a_s@live.ru)

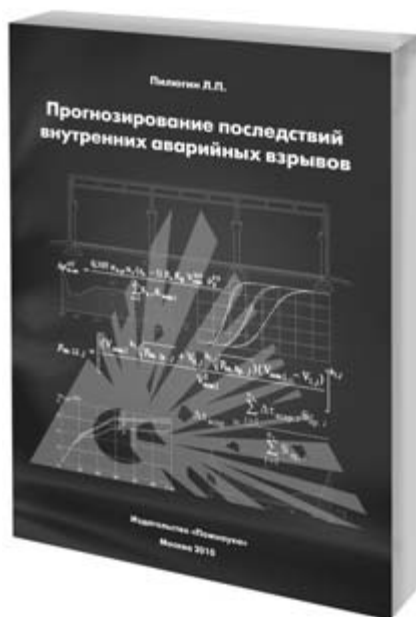


Издательство «ПОЖНАУКА»

Предлагает вашему вниманию

Л. П. Пилюгин

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ВНУТРЕННИХ АВАРИЙНЫХ ВЗРЫВОВ



Настоящая книга посвящена проблеме прогнозирования последствий внутренних взрывов газо-, паро- и пылевоздушных горючих смесей (ГС), образующихся при аварийных ситуациях на взрывоопасных производствах. В книге материал излагается применительно к дефлаграционным взрывам, которые обычно имеют место при горении ГС на этих производствах.

В качестве основных показателей при прогнозировании последствий аварийных взрывов ГС рассматриваются ожидаемый характер и объем разрушений строительных конструкций в здании (сооружении), в котором происходит аварийный взрыв.

Книга продолжает исследования автора в области проектирования зданий взрывоопасных производств и оценки надежности строительных конструкций (на основе метода преобразования рядов распределения случайных величин).

С использованием методов теории вероятностей разработаны методики: определения характеристик взрывной нагрузки как случайной величины; оценки вероятностей разрушения конструкций, характера и объема разрушений в здании при внутреннем аварийном взрыве. Приведенные методики сопровождаются примерами расчетов для зданий различных объемно-планировочных решений.

121352, г. Москва, а/я 43;
тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ!

Направляемые в журнал “ПОЖАРОВЗРЫВБЕЗОПАСНОСТЬ” статьи должны содержать результаты научных исследований и испытаний, описания новых технических устройств и программно-информационных продуктов; проблемные обзоры и краткие сообщения; комментарии к нормативно-техническим документам; справочные материалы и т. п. Методы расчета и экспериментальные данные, полученные автором, должны быть оформлены в соответствии с рекомендациями КОДАТА. Остальные численные данные, за исключением общеизвестных величин, следует снабжать ссылками на первоисточник. Научные статьи должны иметь практическую направленность. В начале работы (например, во введении) целесообразно кратко изложить состояние проблемы и место в ней данной задачи. В конце публикации должны быть сделаны краткие выводы с указанием научной новизны и практической полезности материала.

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 электронному адресу (info@fire-smi.ru), а также в бумажном виде по почте (121352, Российская Федерация, г. Москва, а/я 43). Статья должна быть ясно изложена, тщательно отредактирована и подписана авторами.

2. 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 информативными, в них можно использовать только общепринятые сокращения. В переводе заглавий статей на английский язык не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и других объектов, имеющих собственные названия; не должен также использоваться непереводаемый сленг, известный только русскоговорящим специалистам. Это также касается аннотаций, авторских резюме и ключевых слов.

2.3. Информация об авторах.

2.3.1. Имена, отчества и фамилии всех авторов (полностью, на русском языке и в транслитерации). Авторами являются лица, принимавшие участие во всей работе или ее главных разделах. Лица, участвовавшие в работе частично, указываются в сносках.

2.3.2. Степени, звания, должность, адресные сведения о месте работы всех авторов (на русском и английском языках). Здесь необходимо указать: официальное полное название организации вместе с ведомством, к которому оно принадлежит (при переводе — желательно его официально принятый английский вариант), индекс, страну, город, название улицы, номер дома, а также контактные телефоны и электронный адрес хотя бы одного из авторов. Все почтовые сведения на иностранном языке (кроме наименования улицы, которое должно быть в транслитерированном виде) должны быть представлены на английском языке, в том числе название города и страны.

Пример: Institute for Problem in Mechanics, Russian Academy of Sciences (Prospekt Vernadskogo, 101, Moscow, 119526, Russian Federation).

2.4. Аннотация на русском языке (не менее 4–5 предложений).

2.5. Расширенное резюме на русском и английском языках. Необходимо иметь в виду, что авторские резюме на английском языке в русскоязычном издании являются 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 (должны излагаться существенные результаты работы; не должен включаться материал, который отсутствует в основной части публикации);
- структурированным (т. е. следовать логике описания результатов в публикации);
- “англоязычным” (написано качественным английским языком; необходимо использовать активный, а не пассивный залог, т. е. “The study tested”, но не “It was tested in this study”);
- объем текста авторского резюме должен быть не менее 100–250 слов.

Приветствуется структура резюме, повторяющая структуру статьи и включающая введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение (выводы). Однако предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если они неясны из заглавия статьи; метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы.

Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, установленные взаимосвязи и закономерности.

Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в работе.

Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте авторского резюме.

Текст должен быть связным, излагаемые положения должны логично вытекать один из другого.

Сокращения и условные обозначения, кроме общепотребительных, следует применять в исключительных случаях или давать их расшифровку и определение при первом употреблении в авторском резюме.

В авторском резюме не даются ссылки на публикации, приведенные в списке литературы к статье.

2.6. Ключевые слова (на русском и английском языках).

2.7. Текст статьи (в формате Word через 1,5 инт.; формулы должны быть набраны в Equation 3.0 или MathType).

2.8. Пристатейные списки литературы на русском языке и языке оригинала (если книга переводная).

Цитируемая литература должна быть оформлена в виде общего списка в порядке цитирования. В тексте ссылка на литературу отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. При этом цитируемый один в один текст из других публикаций следует брать в кавычки. 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.

2.9. Пристайные списки литературы в романском алфавите (латинице) — References.

Для References можно предложить следующий формат:

Author A. A., Author B. B., Author C. C. Title of article. *Title of Journal*, 2005, vol. 10, no. 2, pp. 49–53.

Примеры описаний в References

Статьи из журнала:

Zagurenko A. G., Korotovskikh V. A., Kolesnikov A. A., Timonov A. V., Kardymon D. V. Tekhniko-ekonomicheskaya optimizatsiya dizayna gidrorazryva plasta [Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing]. *Neftyanoye khozyaystvo — Oil Industry*, 2008, no. 11, pp. 54–57.

(Авторы (транслитерация), название статьи в транслитерированном варианте [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках] (представление в References только транслитерированного (без перевода) описания недопустимо), курсивом название журнала (транслитерация — перевод), год выхода издания, номер журнала, интервал страниц. Нежелательно в ссылках делать произвольные сокращения названий источников).

Статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B. P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

Статьи с DOI:

Zhang Z., Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micro-machining. *Russian Journal of Electrochemistry*, 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926–930. doi: 10.1134/S1023193508080077.

(Если описываемая публикация имеет doi, его указание обязательно в References).

Статьи из периодического издания (сборника трудов):

Astakhov M. V., Tagantsev T. V. Eksperimentalnoye issledovaniye prochnosti soyedineniy “stal—kompozit” [Experimental study of the strength of joints “steel—composite”]. *Trudy MGTU “Matematicheskoye modelirovaniye slozhnykh tekhnicheskikh sistem”* [Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”], 2006, no. 593, pp. 125–130.

Материалы конференций:

Usmanov T. S., Gusmanov A. A., Mullagalil I. Z., Mukhametshina R. Ju., Chervyakova A. N., Sveshnikov A. V. Osobennosti proyektirovaniya razrabotki mestorozhdeniy s primeneniym gidrorazryva plasta [Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing]. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma “Novyye resursoberegayushchiye tekhnologii nedropolzovaniya i povysheniya neftegazootdachi”* [Proc. 6th Int. Symp. “New Energy Saving Subsoil Technologies and the Increasing of the Oil and Gas Impact”]. Moscow, 2007, pp. 267–272.

Книги (монографии, сборники):

Nenashev M. F. *Posledneye pravitelstvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

Переводные книги:

Timoshenko S. P., Young D. H., Weaver W. *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ.

ed.: Timoshenko S. P., Iang D. Kh., Uiver U. *Kolebaniya v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroyeniye Publ., 1985. 472 p.).

Интернет-ресурсы:

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov [Rules for the Citing of Sources]. Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (Accessed 7 February 2011).

Диссертации или авторефераты диссертаций:

Semenov V. I. *Matematicheskoye modelirovaniye plazmy v sisteme kompaktnyy tor*. Dis. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p.

ГОСТы:

State Standard 8.586.5–2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (in Russian).

Описание патента:

Palkin M. V., e. a. *Sposob orientirovaniya po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoy golovkoy samonavedeniya* [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

На сайте издательства Emerald даны достаточно подробные рекомендации по составлению пристайных списков литературы по стандарту Harvard (Harvard Reference System) практически для всех видов публикаций <http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/harvard.htm?part=2>, а также программные средства для их формирования.

3. 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.

4. Иллюстрации в электронной версии прилагаются отдельно. Фотографии должны быть сделаны с хорошего негатива контрастной печатью (файлы растровых изображений представляются 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 создать PDF-файл из этой программы. Все иллюстрации должны иметь сквозную нумерацию. Чертежи и карты в качестве иллюстраций не приемлемы.

5. 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.

6. К статьям следует прилагать рецензию, которая должна быть подписана рецензентом из сторонней организации (с указанием его Ф. И. О., ученого звания, ученой степени, должности, места работы), заверена отделом кадров (ученым секретарем) и печатью.

7. Непринятые к публикации статьи автору не возвращаются. Просьба редакции о переработке материала не означает, что он принят к печати.

8. Плата за публикацию работ с аспирантов не взимается.

Приглашаем Вас к сотрудничеству на страницах нашего журнала.

**ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПОЖНАУКА»
ПРЕДЛАГАЕТ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ**

Учебное пособие

В. Н. Черкасов, В. И. Зыков

Обеспечение пожарной безопасности электроустановок



Рецензенты: Федеральное государственное учреждение Всероссийский ордена «Знак почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, кафедры физики и пожарной безопасности технологических процессов Академии ГПС МЧС России.

В учебном пособии рассмотрены общая схема электроснабжения потребителей, классификация электроустановок и причины пожаров от них, а также вероятностная оценка пожароопасных отказов в электротехнических изделиях и пожарная безопасность комплектующих элементов. Приведены нормативные обоснования и инженерные решения по обеспечению пожарной безопасности электроустановок и защите зданий и сооружений от молний и статического электричества. Учебное пособие предназначено для практических работников в области систем безопасности и может быть использовано для подготовки и повышения квалификации специалистов соответствующего профиля.



**Web-сайт: firepress.ru
Эл. почта: mail@firepress.ru
Тел.: (495) 228-09-03**

АКЦИЯ



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Предлагаем Вам приобрести наши журналы за прошлые годы. Цена одного номера — 100 рублей без стоимости пересылки.

Журнал “ПОЖАРОВЗРЫВ БЕЗОПАСНОСТЬ”:

- 2009 год
№ 1, 3, 4, 7–9;
- 2010 год
№ 1, 2, 4, 5, 9–12;
- 2011 год
№ 1, 10, 11;
- 2012 год
№ 2, 5–7, 9–12;
- 2013 год
№ 1–12.

Журнал “ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ”:

- 2009 год
апрель, декабрь;
- 2010 год
февраль, апрель, июнь, август,
октябрь, декабрь;
- 2011 год
июнь, август, октябрь.

Адрес издательства:
121108, г. Москва,
ул. Ивана Франко,
д. 4, корп. 10.
Телефон:
+7 (495) 228-09-03

Издательство “Пожнаука” предлагает Вам оформить подписку
на журнал “Пожаровзрывобезопасность”
на 1-е (2-е) полугодие 2014 г.

Подписка на полугодие включает в себя
шесть номеров журнала “Пожаровзрывобезопасность”.



ПЕРСОНАЛЬНАЯ ПОДПИСКА
на журнал

ПОЖАРОВЗРЫВО-
БЕЗОПАСНОСТЬ



ISSN 0869-7493

КУПОН '2014

Издание	Цена подписки, руб.	Количество экземпляров	Стоимость подписки, руб.
Журнал “Пожаровзрывобезопасность” (1-е полугодие 2014 г.)	4950		
Журнал “Пожаровзрывобезопасность” (2-е полугодие 2014 г.)	5200		

- ☐ Укажите в таблице количество экземпляров, которое Вам необходимо.
В связи с введением обязательного составления счетов-фактур при
совершении операций по реализации просим прислать также карточку
Вашей организации. Эти сведения необходимы для подготовки и высылки
Вам счета-фактуры.
- ☐ Заполненный купон и копию платежного поручения вышлите по e-mail:
info@fire-smi.ru, mail@firepress.ru в отдел распространения.
- ☐ Оплату за подписку Вы можете произвести по следующим реквизитам:
ООО “Издательство “ПОЖНАУКА”
Почтовый адрес: 121352, г. Москва, а/я 43
ИНН / КПП 7731652572 / 773101001
Р/с 40702810930130056301 в ОАО “Промсвязьбанк” г. Москва
К/с 30101810400000000555
БИК 044525555
Главный редактор — *Корольченко Александр Яковлевич*

**По вопросам подписки просьба обращаться по телефонам
(495) 228-09-03, 8-909-940-01-85**

ПОДПИСКА ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ:

через ООО “Издательство “Пожнаука”;
через агентство “РОСПЕЧАТЬ”, индекс 83340;
через агентство “АПР”, индекс 83647
(в любом почтовом отделении в каталоге
“Газеты и журналы”);

через подписные агентства:
ООО “Интер-Почта 2003”, ООО “ИНТЕР-ПОЧТА-РЕГИОН”,
ООО “Урал-Пресс XXI”, ООО “Информнаука”,
ЗАО “МК-ПЕРИОДИКА”



Sfitex

St. Petersburg International Security & Fire Exhibition

ufi
Approved
Event

11–13 НОЯБРЯ 2014

Место проведения:

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

ОХРАНА И БЕЗОПАСНОСТЬ

23-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА



РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- ⊗ Охранная сигнализация
- ⊗ Охранное телевидение и наблюдение
- ⊗ Системы контроля и управления доступом, идентификация
- ⊗ Системы и средства пожарной безопасности
- ⊗ Инженерно-технические, механические и электронные средства безопасности
- ⊗ Антитеррористическое и досмотровое оборудование
- ⊗ Системы связи и оповещения
- ⊗ Средства личной безопасности и экипировка
- ⊗ Гражданская защита и промышленная безопасность
- ⊗ Безопасность транспортных средств. Специальный транспорт. Средства обеспечения безопасности дорожного движения
- ⊗ Криминалистическая техника
- ⊗ Услуги

Организаторы:



primexpo



ITE

ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД!

+7 (812) 380 6009/00

security@primexpo.ru

www.sfitex.ru