



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

БАЛЫХИН Г. А., д.э.н., проф.
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,
 д.т.н., проф.
 ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.
 ДУРНЕВ Р. А., д.т.н., доц.
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
 д.т.н., к.б.н., проф. (председатель)
 КЛИМКИН В. И., к.т.н.
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
 проф.
 ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.
 СОКОЛОВ Э. М., д.т.н., проф.
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,
 д.т.н., проф.
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 АНТОНОВ Б. И.
 (директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
 КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.
 КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,
 проф.
 КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,
 проф.
 КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
 ЛУЦЦИ С., проф. (Италия)
 МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
 МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.
 МАТЮШИН А. В., д.т.н.
 МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.
 ПАЛЯ Я. А., д.с.-х.н., проф.
 (Польша)
 ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.
 СИМАНКИН А. Ф., к.т.н., доц.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.
 ЦЗЯН МИНЦЮНЬ, д.т.н.,
 проф. (Китай)
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

1(181)
2016

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Русаков О. Н. Безопасность, которая нам нужна	3
Матюшин А. В., Порошин А. А., Харин В. В., Бобринев Е. В., Маштаков В. А., Шавырина Т. А. Оценка риска заболеваемости личного состава федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России.	6
Федосов А. В., Аскарова А. А. Моделирование биологического фактора при специальной оценке условий труда	14

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ямаева Э. Г., Фомина Е. Е. Разработка балльной оценки факторов влияния на безопасную эксплуатацию объектов газораспределения на этапе проектирования	18
--	----

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Трофименко Ю. В., Шашина Е. В. Влияние человеческого фактора на обеспечение безопасности дорожного движения	24
---	----

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Зырянов И. В., Кулинич Н. Е., Середкина Е. В. Инвентаризация источников выбросов парниковых газов в АК "АЛРОСА" (ПАО)	28
Кирсанов В. В. Способ обеззараживания патогенной микрофлоры сточной воды активным илом как альтернатива химическим реагентам.	34

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Водяник В. И. Твердые отходы следует все-таки сжигать	38
Гулак М. З., Шайхутдинова А. А. Способ получения высококачественных древесно-полимерных композитов методом промышленной экструзии	40

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Дурнев Р. А., Котосонова А. С., Галиуллина Р. Л. Результаты моделирования процесса информирования населения при химической аварии	45
Захарова М. И. Анализ аварий с истечением газа из магистральных газопроводов и с последующим рассеиванием при аномальных метеоусловиях Севера	50

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Станкевич Т. С. Исследование процесса принятия решений руководителем тушения пожара в морском порту	55
---	----

ОБРАЗОВАНИЕ

Южакова Н. А. Использование современных информационных технологий в педагогическом процессе в образовательных организациях высшего образования системы МЧС России	60
---	----

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, и включен в систему Российского индекса научного цитирования.



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ZHIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

BALYKHIN G. A., Dr. Sci. (Econ.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)
DURNEV R. A., Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.), Cand. Sci. (Biol.)
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
PRONIN I. S.,
Dr. Sci. (Phys.-Math.)
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

RUSAK O. N., Dr. Sci. (Tech.)

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N.,
Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
KUKUSHKIN Yu. A.,
Dr. Sci. (Tech.)
LUZZI S. (Italy), Prof.
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)
MARTYNYUK V. Ph.,
Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phys.-Math.)
PALJA Ja. A. (Poland),
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)
SIMANKIN A. F., Cand. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Chem.)
JIANG MINGJUN (China), Prof.
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

1(181)
2016

CONTENTS

LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

- Rusak O. N.** The Safety We Need 3
Matyushin A. V., Poroshin A. A., Kharin V. V., Bobrinev E. V., Mashtakov V. A., Shavyrina T. A. Evaluation of Regional Risk Factors Incidence of Employees of the Federal Fire Service of State Fire Service of EMERCOM of Russia 6
Fedosov A. V., Askarova A. A. Modeling of a Biological Factor at Special Assessment of Working Conditions 14

INDUSTRIAL SAFETY

- Yamaeva E. G., Fomina E. E.** Development of Scoring Factors Influencing the Safe Operation of the Gas Distribution in the Design Phase 18

ROAD SAFETY

- Trofimenko Yu. V., Shashina E. V.** Influence of the Human Factor in Road Traffic Safety 24

ECOLOGICAL SAFETY

- Zyryanov I. V., Kulnich N. E., Seryedkina E. V.** Inventory of Sources of Greenhouse Gas Emissions in ALROSA PJSC 28
Kirsanov V. V. A Method of Disinfecting Sewage Pathogenic Microorganisms Activated Sludge as an Alternative to Chemical Agents 34

USE AND RECYCLING OF WASTE

- Vodyanik V. I.** Solid Waste Should Still Burn 38
Gulak M. Z., Shayhutdinova A. A. A Method for Producing High-Quality Wood-Polymer Composites by Extrusion Industry 40

SITUATION OF EMERGENCY

- Durnev R. A., Kotosonova A. S., Galiyllina R. L.** Results of Modeling of Process of Informing the Population at Chemical Accident 45
Zakharova M. I. Accident Analysis with the Expiration of Gas from the Gas Pipelines with the Subsequent Dispersion under Abnormal Meteo Conditions of the North 50

FIRE SAFETY

- Stankevich T. S.** Research of Decision-Making by Head of Fire Extinguishing in the Seaport 55

EDUCATION

- Yuzhakova N. A.** Use of Modern Information Technologies in Pedagogical Process in the Educational Organizations of the Higher Education of System of Emercom of Russia 60

Information about the journal is available online at: <http://novtex.ru/bjd>, e-mail: bjd@novtex.ru

УДК 331.45

О. Н. Русак, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: rusak-maneb@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

Безопасность, которая нам нужна

В статье приведены концептуальные положения безопасности деятельности как научной дисциплины, отмечены положения государственного управления охраной труда, не соответствующие приоритету сохранения жизни и здоровья работников.

Ключевые слова: опасность, безопасность, идея абсолютной безопасности, приемлемый риск, относительная безопасность, несчастные случаи, системная безопасность

Отличительной особенностью человека как общественного существа, обладающего сознанием и разумом, является деятельность. В специальной литературе подчеркивается, что деятельность является специфически человеческим качеством, в процессе которой создаются материальные, культурные и духовные ценности. Содержание деятельности состоит в целесообразном преобразовании мира в интересах людей. Деятельность включает в себя цель, средства, результат и сам процесс. Основным видом деятельности является труд.

Аксиоматически признается, что деятельностью сопровождается потенциальными опасностями. В юридической литературе, например, в федеральном законе "Об охране окружающей среды" эта аксиома называется презумпцией потенциальной опасности хозяйственной деятельности.

Потенциальные опасности при определенных условиях, которые называются причинами, и при отсутствии сдерживающих факторов реализуются в форме опасных событий, приводящих к травмам, преждевременной смерти или заболеваниям людей. Презумпция потенциальной опасности деятельности имеет эвристическое значение в процессе идентификации составляющих триады "опасность—причины—опасные события". Статистические данные свидетельствуют о том, что проблема профилактики опасностей актуальна во всех развитых странах мира, однако уровень травматизма в них резко неодинаков, что, очевидно связано с разной эффективностью национальных профилактических систем. Россия относится к числу стран, в которых условия труда в среднем одной трети работающих не соответствуют нормативным требованиям. В некоторых производствах этот показатель превышает 60 %.

Парадокс состоит в том, что при этом уровень впервые выявляемых профессиональных заболеваний у работников в нашей стране один из самых низких в мире. По мнению некоторых экспертов, он в 10—15 раз ниже, чем в развитых зарубежных странах. Специалисты находят

разные объяснения отмеченному несоответствию. Несомненно, что это результат системных ошибок в организации профилактической работы.

Заниженными представляются также официальные данные о производственном травматизме. Это следствие введенного Росстатом РФ выборочного учета травматизма (из 70 млн работников наблюдается примерно 10 %), а также недостатков в организации расследования и учета несчастных случаев на производстве.

Первостепенное значение для практики имеют теоретические аспекты безопасности, в частности, такие понятия, как опасность, безопасность, абсолютная и относительная безопасность. Понятийно-терминологический аппарат в сфере безопасности носит пока дискуссионный, противоречивый характер. Обратимся поэтому к классическим источникам, которыми являются словари. В "Словаре русского языка" С. И. Ожегова находим такие определения: *опасность* — возможность, угроза чего-нибудь опасного; *опасный* — способный вызвать, причинить какой-нибудь вред, несчастье; *безопасность* — положение, при котором не угрожает опасность кому-нибудь; *абсолютный* — безусловный, ни от чего не зависящий, взятый вне сравнения с чем-нибудь; *относительный* — устанавливаемый по сравнению с какими-то условиями, обстоятельствами.

В "Толковом словаре великорусского языка" В. И. Даля сказано: *безопасность* — отсутствие опасности; *абсолютный* — непреременный, безотносительный.

Из приведенных определений следует, что *безопасность* — это состояние, при котором человеку опасность не угрожает по причине ее отсутствия. Такая безопасность называется абсолютной. Ориентация организационно-профилактической работы именно на такую безопасность представляется естественным и необходимым условием последовательного совершенствования условий труда. Абсолютная безопасность не может поддерживаться постоянно, так как опасности имеют стохастический характер.



Речь идет лишь о том, что в процессе ликвидации опасностей необходимо в качестве цели предусматривать абсолютную безопасность.

Сравнительно недавно возникла идея *относительной безопасности*, основанная на отрицании абсолютной безопасности в связи с недостижимостью последней. Суть относительной безопасности состоит в том, что есть некий предел повышения уровня безопасности, обусловленный технико-экономическими и другими причинами. Согласно теории *относительной безопасности*, безопасность определяется как отсутствие *чрезмерной опасности*. Разница между абсолютным и относительным подходами к безопасности состоит в том, что относительная безопасность отличается от абсолютной на некоторую величину, именуемую *остаточной опасностью*, или так называемым *приемлемым риском*. Лукавство теории относительной безопасности состоит в том, что объективных методов определения приемлемых рисков нет. Это обстоятельство может использоваться в спекулятивных целях сокрытия потенциальных опасностей, экономии материальных средств и др.

Практически на основе "концепции" приемлемого риска любое состояние опасности можно назвать безопасным. Практическое признание приемлемого риска открывает спекулятивные возможности для "бумажного" улучшения условий труда и сокрытия опасностей.

В. В. Путин на VII съезде ФНПР (январь 2011 г.) говорил:

"Надо сделать так, чтобы вкладывать инвестиции было выгоднее, чем потом платить за минимизацию тяжелых последствий. Необходима и полная ясность в процедуре признания рабочего места вредным, а на таких производствах у нас занято более 27 % работников. Я знаю, что сотрудники многих предприятий опасаются, что их рабочее место лишь по бумагам, в результате субъективного решения администрации, может быть признано безопасным, а в реальности для улучшения условий труда не будет сделано ничего. Но вот льготы, положенные по Трудовому кодексу, у людей могут отобрать. Таких ситуаций и произвольных решений мы не можем с вами допустить. Потому будем внедрять четкие, объективные, понятные процедуры аттестации каждого рабочего места".

Выдающиеся ученые и деятели указывали на необходимость защиты от опасностей человека, являющегося высшей ценностью государства. М. В. Ломоносов в 1761 г. опубликовал работу "О сохранении и размножении российского народа". Рассматривая различные опасности российского быта, М. В. Ломоносов дает прямые советы для сохранения жизни и здоровья людей, недопущения преждевременной смерти. Так, он пишет: "Полагаю самым главным делом сохранение и размножение российского народа, в чем состоит величество,

могущество и богатство всего государства, а не в обширности, тщетной без обитателей" [1]. В цитируемой работе гениальный ученый бескомпромиссно ориентирует на абсолютную безопасность.

Идея М. В. Ломоносова может быть основой государственной идеологии России, которую давно ищет наше общество вопреки конституционному мораторию (Конституция РФ, статья 13).

В. И. Ленин, скрупулезно изучавший вопросы охраны труда в различных отраслях промышленности царской России, также настаивал на необходимости ориентироваться на полную безопасность: "физическое и психологическое развитие организма человека формируется прежде всего в процессе труда. Труд должен быть организован без всякого вреда для рабочего человека" [2].

В январе 2014 г. вступил в силу Федеральный закон от 26.12.13 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда", а Минтруд России утвердил своим приказом от 24 января 2014 г. № 33Н "Методику проведения специальной оценки условий труда". Анализ содержания этих документов показал, что в них содержатся научно не обоснованные положения, противоречащие международным и национальным нормативным правовым актам.

Название закона не соответствует его содержанию. Условия труда, согласно ТК РФ (статья 209) — это совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника. Среди факторов различают вредные и опасные. В законе рассматриваются только вредные (санитарно-гигиенические) факторы. О травмоопасных факторах закон умалчивает. *Неучет опасных факторов выглядит абсурдным недоразумением.*

В конвенциях и рекомендациях Международной организации труда предусматривается приоритет применения средств коллективной защиты. В упоминаемом законе рассматриваются только средства индивидуальной защиты, что противоречит научным рекомендациям. Применение средств индивидуальной защиты допускается как крайняя мера, так как они затрудняют функционирование физиологических систем человека.

Закон изобилует диковинными новеллами. Одна из них заключается в том, что закон позволяет измеренные условия труда корректировать с помощью арифметических действий, если работники применяют "эффективные средства индивидуальной защиты", в сторону их улучшения на одну и более чем на одну степень. Таким образом, условия труда, отнесенные по результатам измерений к классу 3,4, могут быть отнесены к допустимому (второму) классу по субъективному решению администрации.

Нормы закона "О специальной оценке условий труда" позволяют "улучшать" условия труда на бумаге, не меняя ничего на рабочих местах. Это достигается исключением некоторых категорий

работников из оценочного списка, а также произвольным необоснованным "облегчением" нормативных требований по условиям труда. Например, известно, что вредное действие шума зависит от характера выполняемой работником операции. Но в принятых документах установлен один предельно допустимый уровень звукового давления для всех рабочих мест. Это есть одна из форм сокрытия опасностей, о которой говорится в Конституции РФ (статья 41). Благодаря использованию таких волевых приемов численность персонала, работающего в неблагоприятных условиях, будет снижаться, но физические условия останутся по-прежнему опасными для жизни и здоровья людей. "Эффект" уже есть. Сообщается, что в 2014 г. численность работников, занятых во вредных условиях, уменьшилась на 8 % по сравнению с 2013 г. Всего за один год! (Справочник специалиста по охране труда № 8.2015, стр. 12). Закон и методика изобилуют неточностями, опасными для здоровья людей.

Проблемы производственного травматизма имеют исключительное социально-экономическое и демографическое значение. Статистика производственного травматизма, публикуемая Росстатом, представляется недостоверной в связи с тем, что, как уже упоминалось, ведется выборочный учет несчастных случаев. Кроме того, организация и учет несчастных случаев на производстве не соответствуют требованиям объективного анализа и эффективной профилактики. Для сравнения приведем дословно статьи из "Правил о вознаграждении потерпевших вследствие несчастных случаев...", принятые Государственным советом России и утвержденные в 1903 г. императором Николаем II.

"20. О всяком несчастном случае, подходящем под действие настоящих Правил, лицо, заведующее предприятием, или владелец оного обязаны немедленно давать знать ближайшей полицейской власти, а также одновременно сообщать, по установленной Главным по фабричным и горнозаводским делам Присутствием форме, подлежащему Фабричному Инспектору или Окружному Инженеру. Потерпевшие могут требовать извещения полиции и

Фабричного инспектора или Окружного Инженера о всяком случае телесного повреждения, хотя бы и не подходящем под действие настоящих правил.

21. Немедленно по получении указанного в статье 20 извещения полиция составляет на месте происшествия протокол, приглашая к сему лицо, заведующее предприятием, или владельца оного, самого потерпевшего (если он может явиться), врача или, за невозможностью немедленно пригласить его, фельдшера, очевидцев происшествия из рабочих и, если можно, постороннее лицо, сведущее в работе, при которой произошло телесное повреждение". (Полное собрание законов Российской империи. Собрание третье. Том XXIII, отделение I, СПб, 1905, документ 23060).

Сравним соответствующее положение Трудового кодекса (ТК РФ) с приведенными Правилами царской России. Согласно ТК РФ (статьи 227—231) работодатель (его заместитель) организует выполнение всех функций по расследованию и учету легких несчастных случаев на производстве, оставаясь в то же время ответственным за состояние охраны труда на производстве. При таких полномочиях работодателя (его заместителя) ошибочные и волевые решения неизбежны. Практика подтверждает этот вывод. В печати сообщалось о значительном числе сокрытых даже летальных случаев, выявленных Рострудинспекцией. Легкие же несчастные случаи не учитываются в массовом порядке. Об этом можно судить по такому показателю, как отношение общего числа несчастных случаев к числу несчастных случаев с летальным исходом. По данным зарубежных исследований, этот показатель находится в пределах 500...800. По нашим расчетам, в России этот показатель на порядок ниже и имеет постоянную тенденцию к снижению (в настоящее время он равен ~20). Российская система охраны труда нуждается в системной реорганизации на основе научных достижений отечественного и зарубежного опыта.

Список литературы

1. Ломоносов М. В. О сохранении и размножении русского народа. ПСС. Т. 6. — М.-Л., 1952. С. 382—403.
2. Ленин В. И. ПСС. Изд. 5-е. Т. 36. С. 141.

O. N. Rusak, Professor, Head of Chair, e-mail: rusak-maneb@mail.ru, Saint-Petersburg State Forest Technical University

The Safety We Need

The article contains conception ideas of the safety activity as science subject, mark omission of state administration of life safety.

Keywords: danger, safety, idea of absolute safety, admissible risk, accidents, relative safety, system safety

References

1. Lomonosov M. V. O sohranении i razmnogenii rossiyskogo naroda. PSS. V. 6. M.-L., 1952. P. 382—403.
2. Lenin V. I. PSS. Izd. 5-e. V. 36. P. 141.



УДК 614.849

А. В. Матюшин, д-р техн. наук, зам. нач. института, **А. А. Порошин**, д-р техн. наук, нач. отдела, **В. В. Харин**, нач. отдела, e-mail: otdel_1_3@mail.ru, **Е. В. Бобринев**, канд. биол. наук, вед. науч. сотр., **В. А. Маштаков**, нач. сектора, **Т. А. Шавырина**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России (ВНИИПО МЧС России), Моск. обл., Балашиха

Оценка риска заболеваемости личного состава федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России

Представлены результаты статистических исследований заболеваемости личного состава федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России (далее ФПС) за 2010—2014 гг. Рассмотрены динамика и структура заболеваемости личного состава ФПС за 2010—2014 гг., проведено сравнение уровней заболеваемости за 2013—2014 гг. по федеральным округам РФ, проведена оценка риска заболеваемости личного состава ФПС по субъектам РФ. Полученные результаты могут быть использованы при разработке мер по совершенствованию системы профилактики заболеваемости личного состава ФПС.

Ключевые слова: заболеваемость, профессиональные риски, суточный риск заболеваемости, годовой риск заболеваемости

Введение

В комплексе медицинских показателей здоровья заболеваемость занимает особенное место, поскольку именно заболевание является основной причиной смерти, временной и стойкой потери трудоспособности, что, в свою очередь, приводит к экономическим и социальным потерям общества. На основании ранее проведенных исследований выявлена статистическая связь заболеваемости пожарных с видом их служебной деятельности [1, 2].

Цель статьи — представить данные мониторинга состояния здоровья личного состава ФПС и провести оценку риска заболеваемости сотрудников пожарной охраны.

Материалы и методы

Для выявления влияния условий труда на показатели нетрудоспособности личного состава МЧС России с 1995 г. во ВНИИПО МЧС России ведется информационный банк данных, содержащий информацию о заболеваемости, фактах травматизма, инвалидности и смертности личного состава МЧС России. Сбор информации ведется по следующим показателям: число случаев и дней временной утраты трудоспособности (ВУТ) по каждой группе заболеваний, число случаев и

причины выхода на первичную инвалидность, число случаев и причины травматизма и гибели личного состава МЧС России.

Работа по оценке риска заболеваемости сотрудников ФПС проводилась в несколько этапов.

На *первом этапе* был проведен анализ статистических показателей заболеваемости личного состава ФПС за 2010–2014 гг.

На *втором этапе* на основе информации, содержащейся в информационном банке данных, проведен расчет региональных коэффициентов рисков заболеваемости сотрудников ФПС на основе математической модели по оценке профессиональных рисков заболеваемости, травматизма и гибели пожарных, представленной в работе [3] и позволяющей оценить два показателя — суточный риск заболеваемости и показатель годового риска заболеваемости.

Согласно данной методике, расчет дневного коэффициента риска заболеваемости в i -м регионе (безразм.) проводился по формуле

$$r_{zi} = \frac{z_i}{N_i \left(365 - \frac{d_i}{N_i} + \frac{z_i}{N_i} \right)},$$

где z_i — число случаев заболеваемости в i -м регионе (России), ед.; d_i — число дней ВУТ в i -м регионе, ед.; N_i — среднесписочное число сотрудников в i -м регионе, чел.

Расчет годового коэффициента риска заболеваемости по субъекту РФ (безразм.) осуществлялся по формуле

$$R_{zi} = 1 - (1 - r_{zi})^{365}.$$

На заключительном этапе работы была проведена оценка уровней рисков заболеваемости в субъектах РФ. Для этого были определены количественные значения средних величин годового коэффициента риска заболеваемости личного состава по стране и субъектам РФ.

Для оценки уровней рисков заболеваемости в субъектах РФ использована градация уровней риска, применяемая в ежегодном государственном докладе [4], в соответствии с которой сравнительная оценка уровней потенциальных опасностей осуществляется путем сопоставления средних величин индивидуального риска по стране и в субъектах РФ, и уровень потенциальной опасности в субъектах РФ принимается: относительно оптимальным, относительно допустимым и относительно неприемлемым. Интервалы этих рисков определяются следующим образом:

относительно оптимальный уровень риска (безразм.):

$$R_{\text{опт}} < \frac{2}{3} R_{\text{ср}},$$

где $R_{\text{ср}}$ — средний показатель риска по стране; относительно неприемлемый уровень риска (безразм.):

$$R_{\text{непр}} > \frac{4}{3} R_{\text{ср}};$$

относительно допустимый уровень риска (безразм.):

$$\frac{2}{3} R_{\text{ср}} \leq R_{\text{доп}} \leq \frac{4}{3} R_{\text{ср}}.$$

Помимо указанного выше алгоритма, для определения уровней риска возможно использовать

другие алгоритмы, в том числе с учетом вариационной статистики; путем сопоставления сходства (различий) средних значений при помощи t -критерия Стьюдента и др. [5].

Результаты и их анализ

На рис. 1 представлена динамика показателей заболеваемости сотрудников ФПС за период 2010—2014 гг. в целом по России.

Следует отметить, что число случаев заболеваний сотрудников ФПС в 2014 г. по сравнению с 2013 г. возросло, а при этом продолжительность заболеваний снизилась.

Ниже представлена структура соответственно случаев заболеваний и трудопотерь (дней ВУТ) сотрудников ФПС в 2014 г. по основным группам заболеваний.

Болезни органов дыхания	41 % и 29 %
Болезни системы кровообращения	4 % и 5 %
Болезни органов пищеварения	5 % и 5 %
Нервно-психические болезни	2 % и 3 %
Болезни костно-мышечной системы	7 % и 9 %
Травмы	9 % и 17 %
Прочие заболевания	32 % и 32 %

В табл. 1 и 2 отражена динамика показателей числа случаев ВУТ и числа дней ВУТ сотрудников ФПС за 2013—2014 гг. по федеральным округам России.

На основании методики оценки профессионального риска заболеваемости рассчитаны средние значения коэффициентов дневного и годового риска заболеваемости личного состава ФПС по субъектам РФ (средние значения за 2010—2014 гг.). Полученные данные представлены в табл. 3.

Графические результаты отнесения рисков заболеваемости сотрудников ФПС по субъектам РФ за 2010—2014 гг. представлены на рис. 2—10, где светло-серым фоном обозначен относительно оптимальный уровень риска заболеваемости; серым фоном — относительно допустимый уровень заболеваемости; темно-серым фоном — относительно неприемлемый уровень заболеваемости.

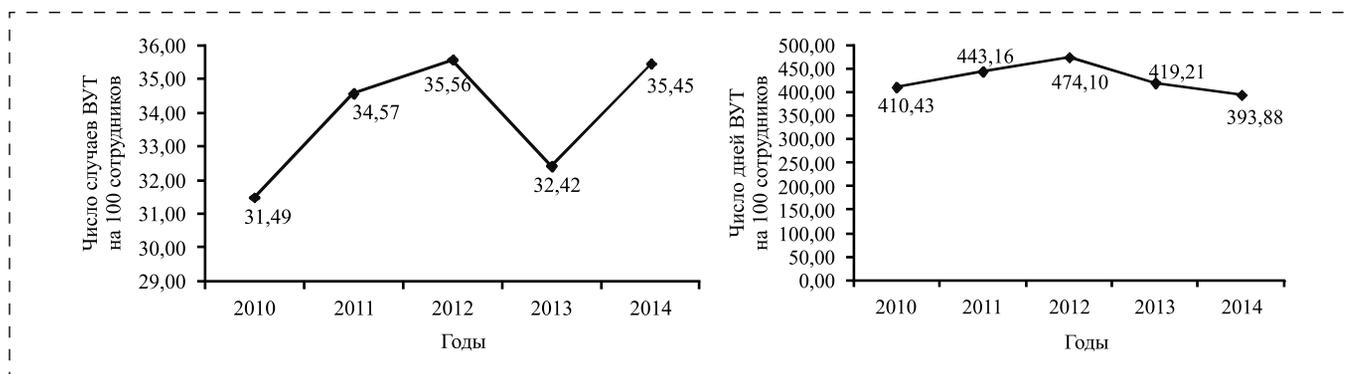


Рис. 1. Заболеваемость сотрудников ФПС в 2010—2014 гг.: а — число случаев ВУТ; б — число дней ВУТ



Таблица 1

Число случаев ВУТ на 100 сотрудников ФПС России по федеральным округам (ФО)

ФО	Год	Заболевания														всего
		органов дыхания	системы кровообращения	органов пищеварения	инфекционные	органов чувств	кожи	психические расстройства	нервной системы	моче-половой системы	костно-мышечной системы	прочие	травмы			
Уральский	2013	8,92	0,85	1,59	1,57	1,42	0,85	0,03	1	0,47	3	0,38	3,34	23,42		
	2014	7,61	0,51	1,92	1,2	1,37	0,68	0	1	0,67	2,65	1,28	3,01	21,89		
	%*	-14,7	-40,7	21,25	-23,1	-3,01	-20	—	-0,65	41,42	-11,7	235,3	-9,99	-6,5		
Дальневосточный	2013	19,54	0,59	0,93	1,56	1,08	0,34	0,01	1,13	0,74	1,64	9,22	6,29	43,08		
	2014	11,93	0,95	1,86	6,94	2,8	0,91	0	3,19	3,26	3,13	3,1	6,91	44,98		
	%	-38,9	59,72	98,98	343,6	159,9	167	—	182,4	342,6	90,35	-66,4	9,92	4,41		
Северо-Западный	2013	26,16	2,8	3,09	1,32	1,46	1,36	0,08	1,41	1,16	4,49	1,35	4,45	49,15		
	2014	18,98	2,48	2,98	1,11	1,27	1,21	0,05	1,2	1,33	3,96	4,86	4,1	43,53		
	%	-27,5	-11,5	-3,58	-15,7	-13,5	-11,2	—	-15,1	15,01	-11,9	259,1	-7,85	-11,45		
Центральный	2013	10,01	0,43	1,08	1,34	0,39	0,17	0,04	0,4	0,31	0,94	7,97	2,18	25,26		
	2014	23,65	0,6	1,34	1,22	0,93	0,26	0,004	0,34	0,63	1,17	6,18	3,69	40,03		
	%	136,2	40,27	23,89	-8,92	139,6	55,1	—	-14,09	101,2	24,74	-22,5	69,42	58,43		
Приволжский	2013	10,47	3,61	1,77	3,4	1,07	0,6	0,04	0,71	1,24	3,41	1,78	2,77	30,89		
	2014	12,44	2,93	2,21	4,99	1,04	0,54	0,03	0,65	1,16	3,44	0,96	0,05	30,42		
	%	18,8	-18,8	24,62	46,61	-3,36	-10,8	—	-9,47	-6,93	0,77	-46,2	-98,3	-1,52		
Южный	2013	8,5	0,59	1,1	0,47	0,62	0,33	0	0,41	0,62	1,16	7,38	1,18	22,36		
	2014	3,44	0,94	0,97	2,07	0,43	0,17	0	0,62	0,33	0,77	0,2	0,88	10,82		
	%	-59,5	59,18	-11,6	336,6	-30,5	-47,7	—	48,44	-47,4	-33,1	-97,3	-25,9	-51,6		
Северо-Кавказский	2013	4,86	2,62	1,15	6,45	0,68	0,77	0,03	0,85	0,53	2,12	0	8,93	28,99		
	2014	4,17	2,44	2,37	7,19	1,06	0,67	0	1,15	0,9	2,41	5	2,02	29,39		
	%	-14,2	-7,02	106,6	11,37	56,23	-12	—	35,17	69,38	13,42	—	-77,4	1,36		
Сибирский	2013	19,08	1	1,62	0,51	0,99	0,77	0,02	0,33	1,01	3,74	5,17	5,54	39,78		
	2014	11,76	1,39	1,63	0,8	1,87	0,68	0	0,63	0,94	4,24	16,06	5,95	45,94		
	%	-38,4	38,57	1,02	55,94	87,66	-11,6	—	93	-6	13,2	210,7	7,41	15,5		
Крымский	2014	32,05	1,48	3,21	0,08	1,4	3,04	0,042	2,07	1,23	4,23	0,21	2,88	51,92		

* Здесь и далее в табл. 1, 2 в этих строках по каждому ФО показана динамика показателя в 2014 г. по отношению к 2013 г. в %.

Число дней ВУТ на 100 сотрудников ФПС России по федеральным округам (ФО)

ФО	Год	Заболевания													прочие	травмы	всего
		органов дыхания	системы кровообращения	органов пищеварения	инфекционные	органов чувств	кожи	психические расстройства	нервной системы	моче-половой системы	костно-мышечной системы						
Уральский	2013	84,06	12,43	16,08	14,85	12,01	7,77	0,28	12,53	4,31	42,8	7,71	68,17	283			
	2014	76,41	8,28	12,63	13,17	10,67	5,77	0	11,82	8,31	34,13	21,43	73,41	276			
	%	-9,1	-33,4	-21,4	-11,3	-11,1	-25,7	-	-5,67	92,88	-20,3	178,2	7,68	-2,46			
Дальневосточный	2013	251	9,05	15,47	15,35	14,49	4,08	0,29	18,87	12,68	30,44	109,9	125,3	606,9			
	2014	120,3	14,54	24,77	77,44	28,75	12,35	0	52,48	27,74	57,43	50,78	152,9	619,5			
	%	-52,1	60,67	60,17	404,6	98,37	203	-	178,1	118,8	88,64	-53,8	22,1	2,08			
Северо-Западный	2013	277,8	40,77	37,69	13,85	10,89	16,26	1,56	13,02	14,04	78,6	25,93	112,5	642,9			
	2014	172,3	35,72	35,59	12,57	10,16	15,23	0,77	13,46	13,49	70,32	80,03	109,3	569,1			
	%	-37,9	-12,4	-5,57	-9,24	-6,7	-6,35	-	3,37	-3,91	-10,5	208,7	-2,83	-11,5			
Центральный	2013	112,2	6,38	15,96	16,07	4,98	2,12	6,08	6,4	4,71	15,66	116,4	61,7	368,6			
	2014	144,3	6,92	15,87	11,82	4,75	2,87	0,17	5,58	3,74	14,63	65,45	50,14	326,3			
	%	28,65	8,4	-0,55	-26,4	-4,53	34,96	-	-12,9	-20,5	-6,54	-43,7	-18,7	-11,5			
Приволжский	2013	104,4	18,39	12,29	32,92	9,47	6,41	0,75	8,8	12,24	38,58	12,76	58,62	315,6			
	2014	124,3	25,34	18,66	55,01	8,97	5,04	0,48	7,84	9,95	39,42	15,52	3,24	313,8			
	%	19,12	37,83	51,82	67,12	-5,37	-21,4	-	-10,9	-18,7	2,2	21,63	-94,5	-0,57			
Южный	2013	83,29	6,28	13,42	4,56	5,24	3,08	0	1,81	6,93	13,98	67,77	37,09	243,4			
	2014	32,52	11,84	11,47	21,49	4,62	1,96	0	6,1	3,43	11,55	3,29	34,49	142,8			
	%	-60,9	88,55	-14,5	371,2	-11,8	-36,2	-	237,8	-50,5	-17,4	-95,2	-7,01	-41,3			
Северо-Кавказский	2013	42,28	36,65	17,86	71,39	11,31	8,43	0,15	24,48	6,1	40,39	0	181,5	440,6			
	2014	49,79	43,21	35,64	77,19	14,05	7,25	0	31,7	18,22	42,86	56,14	122,4	498,5			
	%	17,76	17,9	99,63	8,12	24,2	-13,9	-	29,46	198,8	6,11	-	-32,6	13,15			
Сибирский	2013	214,3	16,61	25,5	5,99	10,13	9,78	5,89	6,33	13,82	60,49	61,95	119,7	550,5			
	2014	106,5	25,38	25,51	12	12,61	7,88	0	9,94	11,49	71,2	204,8	142	629,3			
	%	-50,3	52,8	0,04	100,3	24,52	-19,5	-	56,95	-16,9	17,71	230,5	18,64	14,31			
Крымский	2014	162,71	25,37	29,22	1,4	12,6	35,98	2,03	17,72	14,8	51,25	3,51	83,72	440,3			





Таблица 3

Региональные коэффициенты рисков заболеваемости личного состава ФПС (средние значения за 2010—2014 гг.)

№	Субъект РФ	Коэффициенты риска заболеваемости, безразм.		№	Субъект РФ	Коэффициенты риска заболеваемости, безразм.	
		дневной	годовой			дневной	годовой
1	Республика Адыгея	0,00025	0,077	44	Кировская область	0,00083	0,237
2	Республика Алтай	0,0022	0,507	45	Костромская область	0,0012	0,328
3	Республика Башкортостан	0,00062	0,184	46	Курганская область	0,0015	0,393
4	Республика Бурятия	0,0014	0,369	47	Курская область	0,00079	0,229
5	Республика Дагестан	0,00063	0,185	48	Ленинградская область	0,0011	0,299
6	Республика Ингушетия	0,0014	0,357	49	Липецкая область	0,00077	0,222
7	Кабардино-Балкарская Республика	0,00069	0,201	50	Магаданская область	0,0018	0,436
8	Республика Калмыкия	0,00064	0,187	51	Московская область	0,00040	0,122
9	Карачаево-Черкесская Республика	0,0028	0,593	52	Мурманская область	0,0012	0,315
10	Республика Карелия	0,0011	0,305	53	Нижегородская область	0,00099	0,277
11	Республика Коми	0,0015	0,394	54	Новгородская область	0,0019	0,477
12	Республика Крым	0,0015	0,378	55	Новосибирская область	0,0015	0,385
13	Республика Марий Эл	0,0013	0,341	56	Омская область	0,0019	0,462
14	Республика Мордовия	0,00078	0,225	57	Оренбургская область	0,00097	0,270
15	Республика Саха (Якутия)	0,0010	0,288	58	Орловская область	0,0014	0,374
16	Республика Северная Осетия-Алания	0,00085	0,243	59	Пензенская область	0,0019	0,463
17	Республика Татарстан	0,0013	0,344	60	Пермский край	0,0022	0,514
18	Республика Тыва	0,0012	0,324	61	Псковская область	0,00083	0,237
19	Удмуртская Республика	0,0013	0,346	62	Ростовская область	0,00039	0,120
20	Республика Хакасия	0,00064	0,188	63	Рязанская область	0,0011	0,301
21	Чеченская Республика	—	—	64	Самарская область	0,0002	0,063
22	Чувашская Республика	0,00081	0,233	65	Саратовская область	0,00077	0,222
23	Алтайский край	0,0014	0,366	66	Сахалинская область	0,0005	0,151
24	Краснодарский край	0,00038	0,116	67	Свердловская область	0,00092	0,259
25	Красноярский край	0,00049	0,147	68	Смоленская область	0,0014	0,368
26	Приморский край	0,0015	0,390	69	Тамбовская область	0,00050	0,151
27	Ставропольский край	0,0012	0,324	70	Тверская область	0,00057	0,169
28	Хабаровский край	0,00094	0,262	71	Томская область	0,00095	0,266
29	Амурская область	0,00082	0,234	72	Тульская область	0,0009	0,254
30	Архангельская область	0,0011	0,305	73	Тюменская область	0,00023	0,071
31	Астраханская область	0,00074	0,214	74	Ульяновская область	0,00056	0,167
32	Белгородская область	0,00088	0,248	75	Челябинская область	0,00067	0,197
33	Брянская область	0,0014	0,365	76	Забайкальский край	0,00044	0,132
34	Владимирская область	0,00044	0,133	77	Ярославская область	0,019	0,998
35	Волгоградская область	0,00073	0,212	78	г. Москва	0,0010	0,288
36	Вологодская область	0,00039	0,118	79	г. Санкт-Петербург	0,00029	0,089
37	Воронежская область	0,00061	0,181	80	г. Севастополь	0,0014	0,358
38	Ивановская область	0,00025	0,078	81	Еврейская автономная область	0,00049	0,148
39	Иркутская область	0,0015	0,379	82	Ненецкий АО	0,0040	0,732
40	Калининградская область	0,00052	0,155	83	Ханты-Мансийский АО	0,00022	0,069
41	Калужская область	0,00086	0,244	84	Чукотский АО	0,0028	0,598
42	Камчатский край	0,0016	0,406	85	Ямало-Ненецкий АО	0,0010	0,280
43	Кемеровская область	0,0014	0,366	В среднем по России		0,00094	0,263

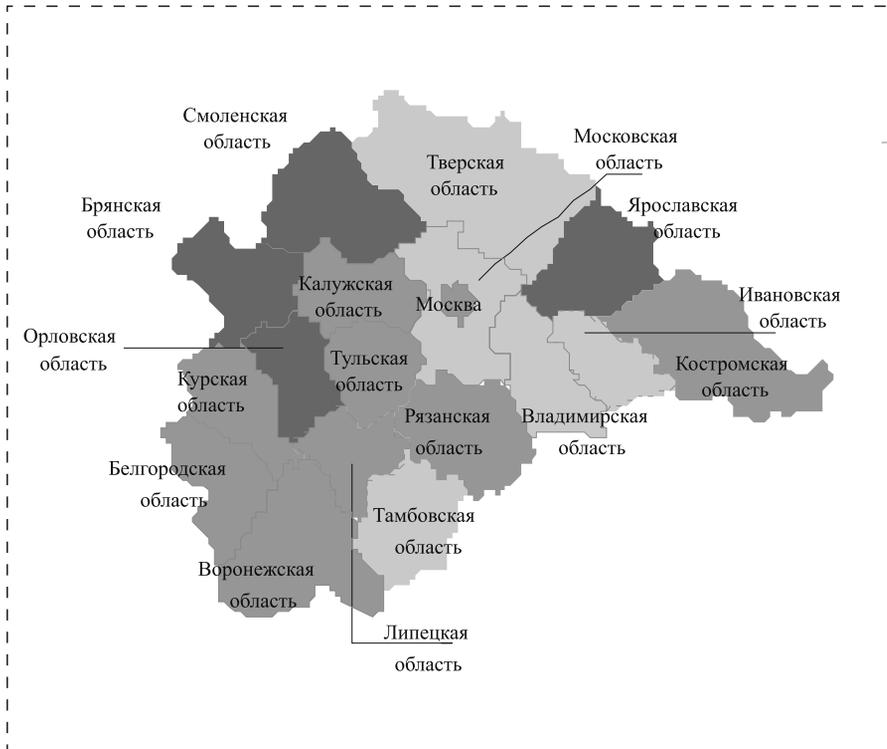


Рис. 2. Риски заболеваемости в Центральном ФО России



Рис. 4. Риски заболеваемости в Крымском ФО России



Рис. 5. Риски заболеваемости в Южном ФО России



Рис. 3 Риски заболеваемости в Дальневосточном ФО России

При определении уровней рисков заболеваемости сотрудников ФПС по субъектам РФ были получены следующие результаты: показатели риска заболеваемости оценены как относительно оптимальные в 19 субъектах РФ, относительно допустимые в 40 субъектах РФ, относительно неприемлемые в 25 регионах. Следует отметить, что в работе представлены результаты оценки риска заболеваемости на основе одного из возможных алгоритмов оценки.

Выводы

В перспективе актуальными представляются следующие направления исследований:

- оценка уровней рисков заболеваемости в субъектах РФ с использованием нескольких алгоритмов, сравнение результатов расчетов и выбор оптимального;
- расчет рискометрических показателей заболеваемости по группам профессионально обусловленных заболеваний (болезни органов дыхания, болезни системы кровообращения, болезни органов пищеварения, нервные болезни и болезни костно-мышечной системы) в субъектах РФ;
- оценка динамики показателей заболеваемости и выявление факторов риска, позволяющие определить приоритетные задачи в управлении рисками заболеваемости личного состава МЧС России;
- на основании сравнительного анализа выявление специфических факторов, свойственных ФПС, и региональных факторов, свойственных

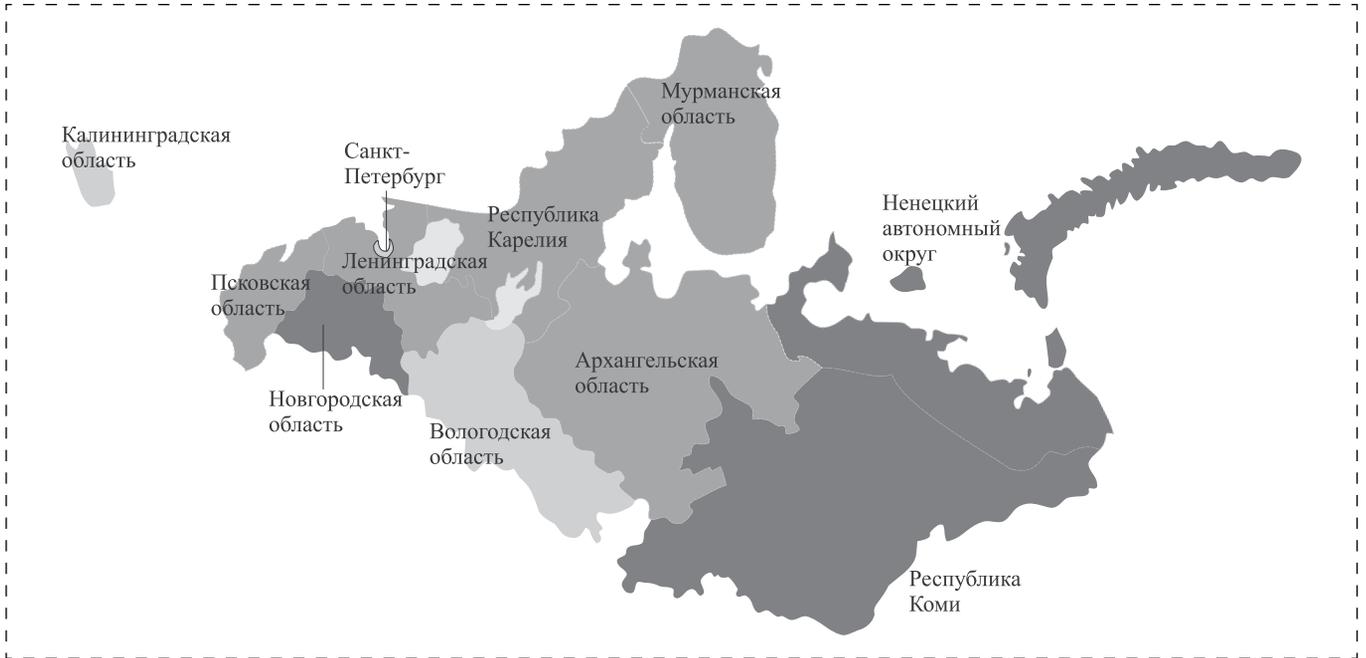


Рис. 6. Риски заболеваемости в Северо-Западном ФО России

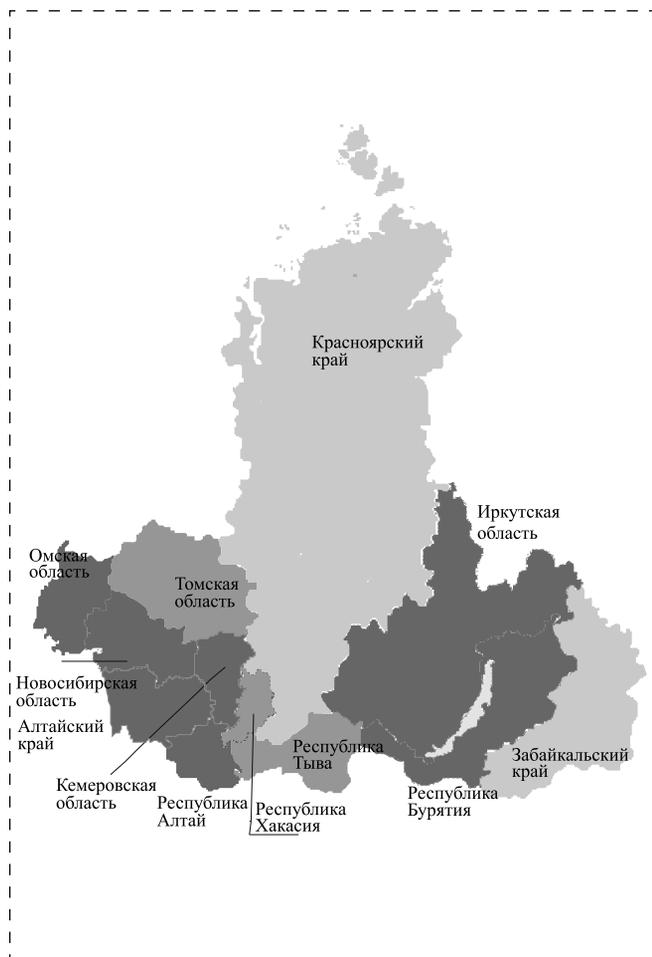


Рис. 7. Риски заболеваемости в Сибирском ФО



Рис. 8. Риски заболеваемости в Приволжском ФО



Рис. 9. Риски заболеваемости в Северо-Кавказском ФО России (информация по заболеваемости в Чеченской Республике отсутствует)



Рис. 10. Риски заболеваемости в Уральском ФО

отдельным регионам РФ и порождающих увеличение заболеваемости.

Одним из направлений применения результатов исследования может стать оптимизация работы по профилактике заболеваний и активизация

усилий в решении вопросов сохранения здоровья личного состава МЧС России в регионах, отнесенных к группе недопустимого риска. Материалы об уровне и структуре заболеваемости в разных регионах, особенно в динамике за ряд лет, необходимы для целеустремленной разработки программ укрепления здоровья. Наконец, изучение показателей заболеваемости определяет пути профилактики тех или других заболеваний.

Список литературы

1. **Обоснование** профессиональной заболеваемости пожарных: Отчетная справка о НИР / ВНИИПО МВД РФ. Руководитель М. И. Марьин. 1995. — 61 с.
2. **Анализ** тенденций и причин заболеваемости сотрудников ГПС за 1997—2001 гг. / А. В. Матюшин, А. А. Порошин, Е. В. Бобринев и др. // Пожарная безопасность. — 2003. — № 5. — С. 68—72.
3. **Матюшин А. В., Порошин А. А., Бобринев Е. В.** Оценка профессионального риска заболеваемости и гибели пожарных // Пожарная безопасность. — 2005. — № 6. — С. 68—74.
4. **Государственный доклад** "О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2014 году". — М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. — 350 с.
5. **Евдокимов В. И.** Анализ рисков в чрезвычайных ситуациях в России в 2004—2013 гг.: Монография / Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России. — СПб.: Политехника сервис, 2015. — 95 с.

A. V. Matyushin, Deputy Chief of the Institute, **A. A. Poroshin**, Chief of Scientific Research Centr, **V. V. Kharin**, Head of Department, e-mail: otдел_1_3@mail.ru, **E. V. Bobrinev**, Leading Researcher, **V. A. Mashtakov**, Chief of Sector, **T. A. Shavyrina**, Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Fire Protection of EMERCOM of Russia, Moscow Region, Balashixa

Evaluation of Regional Risk Factors Incidence of Employees of the Federal Fire Service of State Fire Service of EMERCOM of Russia

The results of statistical studies of the incidence of the personnel of the Federal Fire Service of State Fire Service of EMERCOM of Russia (further FPS) for 2010—2014. The dynamics and structure of morbidity FPS employees for the 2010—2014, Compared the incidence rates for 2013—2014 by Federal Regions of the Russian Federation, evaluated the risk of morbidity personnel on the subjects of the Russian Federation. The results can be used in the development of measures to improve the system disease prevention personnel FPS.

Keywords: incidence, occupational risks, the daily risk of disease, the annual risk of disease

References

1. **Obosnovanie** professional'noj zaboлеваemosti pozharных: Otchetnaja spravka o NIR / VNIИPO MVD RF. Rukovoditel' M. I. Mar'in. 1995. 61 p.
2. **Analiz** tendencij i prichin zaboлеваemosti sotrudnikov GPS za 1997—2001 gg. / A. V. Matjushin, A. A. Poroshin, E. V. Bobrinev i dr. *Pozharnaja bezopasnost'*. 2003. No. 5. P. 68—72.
3. **Matjushin A. V., Poroshin A. A., Bobrinev E. V.** i dr. Ocenka professional'nogo riska zaboлеваemosti i gibeli pozharных. *Pozharnaja bezopasnost'*. 2005. No. 6. P. 68—74.
4. **Gosudarstvennyj doklad** "O sostojanii zashhity naselenija i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvychajnyh situacij prirodного i tehnogennogo haraktera v 2014 godu". M.: MChS Rossii. FGBU VNIИ GOChS (FC), 2015. 350 p.
5. **Evdokimov V. I.** Analiz riskov v chrezvychajnyh situacijah v Rossii v 2004—2013 gg.: Monografija / Vserossijskij centr jekstrennoj i radiacionnoj mediciny im. A. M. Nikiforova MChS Rossii. SPb.: Politehnika servis, 2015. 95 p.



А. В. Федосов, канд. техн. наук, доц., **А. А. Аскарова**, бакалавр,
e-mail: btb-eng@yandex.ru, Уфимский государственный нефтяной технический университет

Моделирование биологического фактора при специальной оценке условий труда

В данной статье выделены причины внедрения мероприятий по моделированию биологического фактора, в частности при специальной оценке условий труда. Рассмотрены способы моделирования биологического фактора и оценена их эффективность. В результате исследования был сделан вывод о том, что при наличии биологического фактора на производстве полезно проводить его моделирование и анализ, так как это улучшает условия труда.

Ключевые слова: моделирование, биологический фактор, вирулентность, специальная оценка условий труда, культивирование, патогенность, микробиологический контроль, микроорганизм, микроб

Общие сведения

Биологический фактор представляет собой совокупность биологических объектов, включающих в себя микро- и макроорганизмы, продукты их метаболической деятельности, а также продукты биологического синтеза и обладающих способностью при воздействии на организм человека и окружающую среду оказывать вредное действие.

Присутствие биологического фактора на производстве наиболее характерно для следующих отраслей хозяйственной деятельности: сельское хозяйство; пищевая промышленность; фармацевтическая промышленность; медицина; ветеринария; жилищно-коммунальное хозяйство; переработка и утилизация отходов.

Целью исследования является анализ необходимости применения моделирования биологического фактора на производстве.

Как известно, при специальной оценке условий труда (СОУТ) отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии биологического фактора проводится путем измерения очень небольшого числа показателей: концентрации микроорганизмов-продуцентов, препаратов, содержащих живые клетки и споры микроорганизмов, а также патогенных микроорганизмов в воздухе рабочей зоны (приложение 7 приказа Минтруда от 24.01.14 № 33н). Поэтому можно сделать вывод о том, что при проведении СОУТ биологическому фактору уделяется недостаточное внимание. Недооценка его влияния на условия труда работающих характерна для значительного числа профессиональных групп и отдельных профессий. В связи с этим полезно разработать мероприятия, моделирующие данный биологический фактор, которые бы способствовали уменьшению количества

патогенных микроорганизмов. Это существенно улучшит производственный микроклимат.

Пути моделирования биологического фактора

Моделирование биологического фактора основывается на снижении вирулентности микроорганизмов с целью улучшения состояния микроклимата в рабочей зоне.

Вирулентность — это степень патогенности определенного штамма микроба, т. е. индивидуальный признак. Например, бацилла сибирской язвы является патогенной, так как обладает свойством вызывать заболевание сибирской язвой. Но штамм одной культуры вызывает заболевание и смерть через 96 часов, а другой — через 6—7 дней. Следовательно, вирулентность первого штамма более высокая, чем второго.

Вирулентность микроба может быть повышена путем его пассажей через чувствительный организм лабораторных животных, т. е. последовательным заражением ряда животных (после гибели первого зараженного животного выделенными из него микробами заражают следующее животное и т. д.).

Снизить вирулентность микроба в лабораторных условиях можно путем длительного выдерживания патогенных микроорганизмов в неблагоприятных условиях внешней среды, длительного выращивания культур вне организма на обычных питательных средах и выращивания на питательных средах при повышенной температуре или при добавлении в среду некоторых химических веществ (бычья желчь, слабый раствор карболовой кислоты, формалин и пр.). Основываясь на этом принципе, готовят ослабленные живые вакцины, которые затем применяют против заразных болезней.

Микроорганизмы (за исключением облигатных внутриклеточных паразитов — риккетсий, хламидий, вирусов и простейших) культивируют, как правило, на искусственных питательных средах. В зависимости от пищевых потребностей того или другого вида питательные среды должны содержать соответствующие исходные вещества, необходимые для пластического и энергетического метаболизма.

Выделение микроорганизмов из различных материалов и получение их культур широко используется в лабораторной практике для микробиологической диагностики инфекционных заболеваний, в научно-исследовательской работе и в микробиологическом производстве вакцин, антибиотиков и других биологически активных продуктов микробной жизнедеятельности.

Условия культивирования также зависят от свойств соответствующих микроорганизмов. Большинство патогенных микробов выращивают на питательных средах при температуре 37 °С в течение 1...2 суток. Однако некоторые из них нуждаются в более длительных сроках. Например, бактерии коклюша — 2...3 суток, а микобактерии туберкулеза — 3...4 недели.

Для стимуляции процессов роста и размножения аэробных микробов, а также сокращения сроков их выращивания используют метод глубинного культивирования, который заключается в непрерывном аэрировании и перемешивании питательной среды. Глубинный метод нашел широкое применение в биотехнологии.

При выращивании микроорганизмов питательные среды должны быть такими, что легко усваиваются, с определенным составом азотистых веществ, углеводов, витаминов и соответствующей концентрацией солей, изотоническими, стерильными, иметь буферные свойства, оптимальную вязкость и определенный окислительно-восстановительный потенциал.

В течение всей истории микробиологии питательные среды постепенно совершенствовались. Р. Кох и Ф. Леффлер для выращивания бактерий использовали мясную воду, пептон и натрия хлорид. Эта среда представляет собой мясо-пептонный бульон (МПБ), из которого готовят мясо-пептонный агар (МПА), добавляя агар (1...2 %) — твердый волокнистый материал, который добывают из некоторых водорослей. В водных растворах он образует густой гель (студень). Агар состоит из 70...75 % полисахаридов, 2...3 % белков и других азотсодержащих веществ, 2...4 % золы. Основными компонентами агара являются высокомолекулярные вещества — агароза и агаропептин. Агар растворяется в воде при нагревании и охлаждается при комнатной температуре. Его выпускают в виде бесцветных пластинок или порошка.

Благодаря свойству агара предоставлять питательному субстрату при охлаждении консистенцию густого геля и высокой стойкости к ферментативному действию микроорганизмов его широко применяют при изготовлении полужидких, плотных и сухих питательных сред.

Таким образом, вирулентность как мера патогенности — величина переменная. Она может быть повышена, понижена и даже утеряна. Вирулентность микроба может понижаться и в естественных условиях под действием солнечных лучей, высушивания и пр. С целью снижения микробной обсемененности воздуха проводят влажную уборку помещения, очистку поступающего воздуха. Применяют также аэрозольную дезинфекцию и обработку помещений лампами ультрафиолетового излучения.

Микробиологический контроль воздуха проводится с помощью методов естественной или принудительной седиментации микробов. Естественная седиментация (по методу Коха) проводится в течение 10 мин путем осаждения микробов на поверхность твердой питательной среды в чашке Петри. Принудительная седиментация микробов осуществляется путем "посева" проб воздуха на питательные среды с помощью специальных приборов (импакторов, импинджеров, фильтров). Импакторы — приборы для принудительного осаждения микробов из воздуха на поверхность питательной среды (прибор Кротова). Импинджеры — приборы, с помощью которых воздух проходит через жидкую питательную среду или изотонический раствор хлорида натрия (рис. 1).

Санитарно-гигиеническое состояние воздуха определяется по двум микробиологическим показателям.

1. Общее количество микроорганизмов в 1 м³ воздуха (обсемененность воздуха) — количество колоний микроорганизмов, выросших при посеве воздуха на питательном агаре в чашке Петри в течение 24 ч при 37 °С.

2. Индекс санитарно-показательных микробов — количество золотистого стафилококка и гемолитических стрептококков в 1 м³ воздуха. Эти бактерии являются представителями микрофлоры верхних дыхательных путей и имеют общий путь выделения с патогенными микроорганизмами, передающимися воздушно-капельным путем. Появление в воздухе спорообразующих бактерий — показатель загрязненности воздуха микроорганизмами почвы, а появление грамотрицательных бактерий — показатель возможного антисанитарного состояния.

Ввиду малой концентрации патогенных микроорганизмов в воздухе закрытых помещений, их выделение является достаточно трудной задачей. В связи с развитием микробиологической промышленности

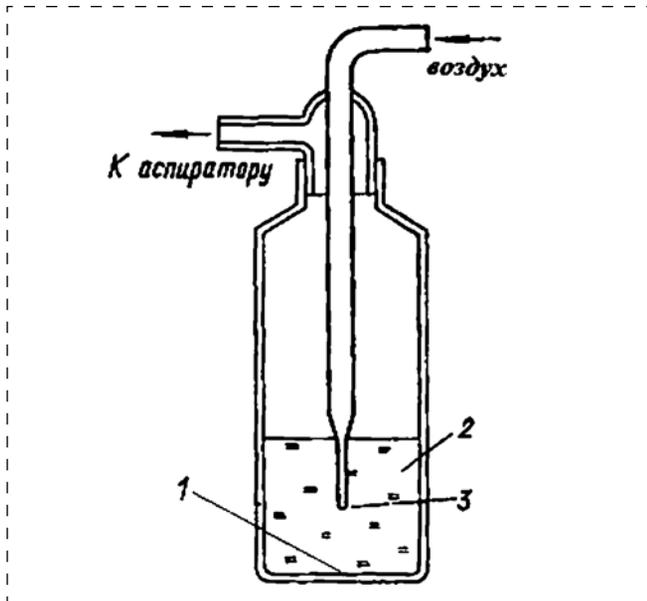


Рис. 1. Схема простейшего импиджера:
1 — дно корпуса; 2 — слой улавливающей жидкости;
3 — сопло

возникла необходимость исследования воздуха с целью обнаружения грибов-продуцентов при производстве антибиотиков, ферментных препаратов, при изготовлении кормовых дрожжей и др.

Для исследования воздуха на плесневые грибы рода *Candida* отбор проб производят с помощью аппарата Кротова (рис. 2) в объеме от 100 до 1000 л на чашки со средой Чапека, суслоагаром (для обнаружения плесневых грибов) и с метабисульфит-натрий-агаром (МБС-агар) с добавлением антибиотиков (для обнаружения дрожжеподобных грибов рода *Candida*). Чашки инкубируют в термостате при температуре 26...27 °С в течение 3...4 суток (для плесневых грибов) и при 35...37 °С в течение 2...3 суток (для грибов — продуцентов и дрожжеподобных рода *Candida*).

Идентификация проводится с учетом особенностей плодоносящих гиф и характера мицелия. Считают, что концентрация дрожжеподобных грибов в количестве 500...600 клеток в 1 м³ воздуха рабочего помещения является предельной, превышение ее ведет к развитию аллергических реакций у рабочих.

Также для снижения вирулентности стоит воспользоваться СП 1.3.3118-13 "Безопасность работы с микроорганизмами I—II групп патогенности (опасности)", в которых приведены требования к системам приточно-вытяжной вентиляции помещений "заразной" зоны, обеспечивающих непрерывный процесс принудительной вентиляции, создание и поддержание требуемой величины разрежения и параметров воздуха рабочей зоны в обслуживаемой зоне или блоке помещений, а также обеспечивающие фильтрацию и инактивацию микроорганизмов, очистку от вредных веществ

(при необходимости) воздуховоды, решетки, клапаны и прочие элементы.

Согласно СП 1.3.3118-13 "Безопасность работы с микроорганизмами I—II групп патогенности (опасности)" и СП 1.3.2322—08 "Безопасность работы с микроорганизмами III—IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней" комплекс инженерных систем обеспечения биологической безопасности включает:

- ограждающие строительные конструкции;
- системы вентиляции и кондиционирования воздуха;
- системы спецканализации, сбора и обработки сточных вод;
- систему передаточных устройств;
- систему воздухообеспечения изолирующих средств индивидуальной защиты;
- системы приготовления и раздачи дезинфицирующих растворов;
- санитарные пропускники;
- вспомогательные технологические и санитарно-технические системы;
- боксы микробиологической безопасности.

В соответствии с МУК 4.2.734—99 "Микробиологический мониторинг производственной среды" программа микробиологического мониторинга окружающей среды в асептических производственных зонах (АПЗ) должна охватывать:

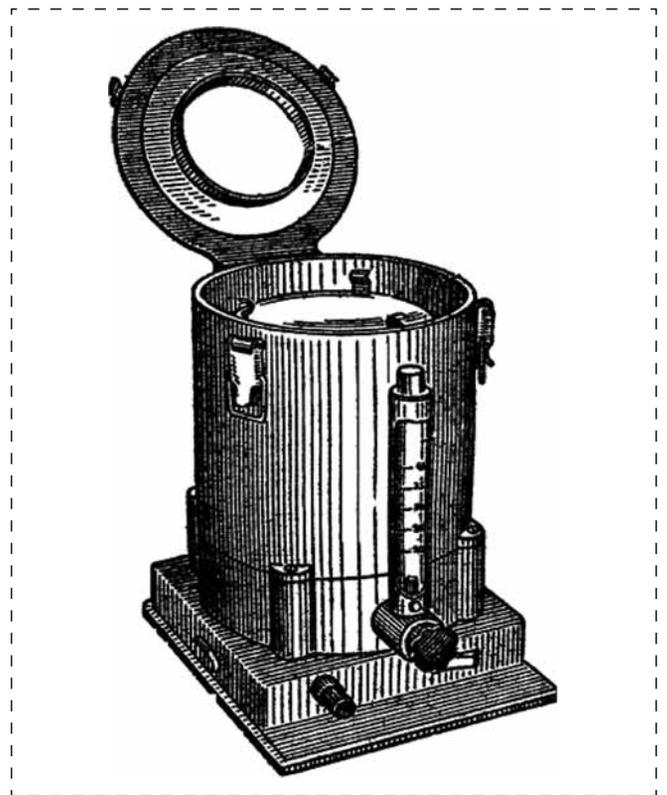


Рис. 2. Аппарат Кротова

- оценку бактериальной контаминации воздуха (КОЕ/м);
- оценку бактериальной контаминации критических поверхностей, рук и одежды работающих в АПЗ;
- оценку эффективности очистки и дезинфекции помещений и оборудования;
- тестирование активности дезинфектантов;
- оценку эффективности работы стерилизующих воздушных фильтров;
- оценку качества стерилизации.

Текущий контроль в принципе не может и не должен выявить или подсчитать все микроорганизмы, присутствующие в контролируемой среде. Он может только показать, что все ключевые системы, контролируемые состояние производственной среды, работают в соответствии с установленными требованиями и лимиты бактериальной нагрузки не превышены.

Задачей микробиологического контроля является получение репрезентативной оценки бактериальной нагрузки производственной среды.

Стабильность асептических условий производственной среды должна обеспечиваться:

- соответствующим проектом производства;
- технологичным оборудованием (легко моющимся и дезинфицирующимся);
- адекватной системой воздухоподготовки (фильтрация, перепад давлений);
- системой ведения документации (рабочие инструкции и регистрация результатов контроля):
- валидованными и сертифицированными процессами деконтаминации;
- надежным контролем технологического процесса;

- практикой качественного поддержания чистоты (уборка, дезинфекция);
- контролем доступа персонала в АПЗ (соответствующая одежда, процедура переодевания);
- эффективными программами обучения персонала;
- гарантией качества материалов и оборудования.

Вывод

Для улучшения условий труда можно прибегнуть к моделированию биологического фактора, а именно снизить степень патогенности определенного штамма микроба путем приведенных выше методов пересевов и выращивания на питательных средах при повышенной температуре или при добавлении в среду некоторых химических веществ, очисткой поступающего воздуха и т.д., а также необходимо использовать Санитарно-эпидемиологические правила и методические указания.

Список литературы

1. **Абдрахимов Ю. Р., Федосов А. В.** Анализ изменений в процедуре оценки рабочих мест по условиям труда // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. — 2014. — № 2. — С. 383—391.
2. **Вадулина Н. В., Федосов А. В.** Оценка биологического фактора на рабочих местах // Нефтегазовое дело. — 2014. — № 12-1. — С. 164—168.
3. **Абдрахимов Ю. Р., Вадулина Н. В., Федосов А. В.** Проведение аттестации рабочих мест, оборудованных ПЭВМ (на примере ЗАО проектный институт "БАШКИРГРАЖДАНПРОЕКТ") // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. — 2012. — № 4. — С. 250—255.
4. **Прокина Д. Н., Федосов А. В.** Применение информационных систем для оценки риска опасных производственных объектов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — 2014. — Т. 10, № 2. — С. 73—79.

A. V. Fedosov, Associate Professor, **A. A. Askarova**, Bachelor, e-mail: btb-eng@yandex.ru, Ufa State Petroleum Technical University

Modeling of a Biological Factor at Special Assessment of Working Conditions

In this article the reasons of introduction of actions for modeling of a biological factor are allocated, in particular at the special assessment of working conditions. An objective of this research is the analysis of need of application of modeling of a biological factor on production. Ways of modeling of a biological factor are considered and their efficiency is estimated. As a result of research the conclusion that in the presence of a biological factor on production is useful to carry out its modeling and the analysis as it improves working conditions was drawn.

Keywords: modeling, biological factor, virulentnost, special assessment of working conditions, cultivation, pathogenicity, microbiological control, microorganism, microbe

References

1. **Abdrahimov Ju. R., Fedosov A. V.** The analysis of changes in procedure of an assessment of workplaces under the terms of work. *Electronic scientific magazine Oil and gas business.* 2014. No. 2. P. 383—391.
2. **Vadulina N. V., Fedosov A. V.** Assessment of a biological factor on workplaces. *Oil and gas business.* 2014. No. 12-1. P. 164—168.

3. **Abdrahimov Ju. R., Vadulina N. V., Fedosov A. V.** Carrying out certification of the workplaces equipped with PEVM. *Electronic scientific magazine Oil and gas business.* 2012. No. 4. P. 250—255.
4. **Prokina D. N., Fedosov A. V.** Use of information systems for an assessment of risk of hazardous production facilities. *Electrotechnical and information complexes and systems.* 2014. V. 10, No. 2. P. 73—79.

УДК 621.039.58

Э. Г. Ямаева, асп., РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, Москва, инженер II кат., e-mail: evelinamb078@gmail.com, Центральное конструкторское бюро нефтеаппаратуры, Моск. обл., Подольск,

Е. Е. Фомина, канд. техн. наук, доц., РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, Москва

Разработка балльной оценки факторов влияния на безопасную эксплуатацию объектов газораспределения на этапе проектирования

Повышение уровня промышленной безопасности объектов газораспределения является одной из важнейших задач общества, так как подземные распределительные газопроводы и пункты редуцирования газа находятся в непосредственной близости от населенных пунктов. Решения по обеспечению промышленной безопасности таких объектов должны опираться на результаты оценки риска на этапе проектирования.

Ключевые слова: газораспределение, проектирование, подземный газопровод, пункт редуцирования газа, оценка риска

Введение

Объекты газораспределения относят к опасным производственным объектам. Начиная с 2001 г. в ПАО "Газпром" утверждаются программы газификации регионов, которые осуществляются совместно "Газпромом" и властями субъектов Федерации. В результате проведенной работы средний уровень газификации в России к началу 2015 г. составил 65,4 %. В 2014 г. объем инвестиций по программам развития газоснабжения и газификации регионов по официальным данным составил 28,8 млрд руб. [1].

С одной стороны, всеобщая газификация способствует снижению экономических затрат на обеспечение населения бытовым газом, а также улучшает уровень промышленной безопасности за счет снижения количества баллонов со сжиженным углеводородным газом, с другой – приносит новые опасности, связанные с повреждением оборудования объектов и развитием аварии. Повышение уровня промышленной безопасности таких объектов определяется эффективностью систем управления на действующих объектах, конкретными мероприятиями по обеспечению безопасности при проектировании, основанными на результатах анализа риска.

В соответствии с требованиями Технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления [2] проектирование должно осуществляться с учетом оценки рисков

аварий, пожарного риска, связанных с ними чрезвычайных ситуаций и иных неблагоприятных воздействий на людей, имущество физических и юридических лиц и окружающую среду при эксплуатации и ликвидации сетей газораспределения и газопотребления.

Одним из принципов государственной политики в области газоснабжения в соответствии с Федеральным законом от 31.03.1999 № 69-ФЗ "О газоснабжении в Российской Федерации" [3] является государственная поддержка развития газоснабжения в целях улучшения социально-экономических условий жизни населения, обеспечения технического прогресса и создания условий для развития экономики Российской Федерации с учетом промышленной и экологической безопасности.

Оценку рисков объектов газораспределения на этапе проектирования рекомендуется проводить в процессе принятия основных технических, технологических и планировочных решений и установления срока безопасной эксплуатации объекта.

Использование балльной оценки факторов влияния на безопасную эксплуатацию объектов газораспределения (конструктивно-технологических характеристик, особенностей строительства, природных условий) позволит принять эффективные технические решения в проекте, и, следовательно, обеспечит промышленную безопасность объектов.

Идентификация факторов, оказывающих влияние на безопасную эксплуатацию газораспределительных систем

Анализ требований нормативных документов России и стандартов организации ПАО "Газпром" в области проектирования, строительства и эксплуатации объектов газораспределения, позволил выделить ряд факторов, оказывающих влияние на безопасную эксплуатацию данных объектов (табл. 1 и 2).

По данным табл. 1, 2 и результатам анализа исследований аварий, опубликованных в изданиях [19–21], в отчетах [22] и в информационных бюллетенях [23] Ростехнадзора России, был составлен более полный перечень факторов влияния на безопасную эксплуатацию, представленный на рис. 1 и 2.

На рис. 1 представлена обобщенная структура факторов для подземных газопроводов, для полиэтиленовых газопроводов отсутствует группа "Подземная коррозия".

Таблица 1

Факторы влияния на безопасную эксплуатацию подземных газопроводов

Фактор	Нормативный правовой документ
Средства защиты от коррозии	Технический регламент [2] ГОСТ Р 55474–2013 [4] СТО Газпром 9.2-002–2009 [5]
Пересечение искусственных и естественных преград	СНиП 42-01–2002 [6] Правила [7] СП 42-101–2003 [8] СП 62.13330.2011 [9]
Материал трубы	ГОСТ Р 55472–2013 [10] ГОСТ Р 55473–2013 [11] ГОСТ Р 55474–2013 [4] СП 62.13330.2011 [9] СТО Газпром 2-2.2-496–2010 [12]
Прокладка газопровода	ГОСТ Р 55472–2013 [10] СНиП 42-01–2002 [6] СП 42-101–2003 [8] СП 62.13330.2011 [9]
Маркировка газопроводов	Технический регламент [2] ГОСТ Р 55472–2013 [10] Правила [13]
Охранные зоны	Правила [13]
Производство работ в охранной зоне	ГОСТ Р 55472–2013 [10] Правила [13]
Состояние охранной зоны газопровода	Федеральный закон [3] Правила [13]
Толщина стенки трубы	ГОСТ Р 55473–2013 [11] ГОСТ Р 55474–2013 [4] СП 62.13330.2011 [9]; СТО Газпром 2-2.1-093–2006 [14] СТО Газпром 2-2.3-602–2011 [15]

Факторы влияния на безопасную эксплуатацию пунктов редуцирования газа (ПРГ)

Фактор	Нормативный правовой документ
Конструктивные требования к зданиям и сооружениям	СП 62.13330.2011 [9] ГОСТ Р 54960–2012 [16]
Пропускная способность	ГОСТ Р 54960–2012 [16] Р Газпром 2-2.3-518–2010 [17]
Размещение	СНиП 42-01–2002 [6]
Требования к электрооборудованию	СНиП 42-01–2002 [6] ГОСТ Р 54960–2012 [16]
Дополнительное оборудование	СНиП 42-01–2002 [6] ГОСТ Р 54960–2012 [16]
Контроль за эксплуатацией	СТО Газпром 2-3.6-033–2005 [18]

Балльная оценка факторов влияния на безопасную эксплуатацию объектов газораспределения

Балльная оценка факторов предусматривает учет степени влияния каждого фактора на безопасную эксплуатацию объекта. Каждому фактору соответствует шкала дискретных значений (балльно-факторная функция), отражающая возможный диапазон изменения фактора от "наихудшего" до "наилучшего" в зависимости от влияния на вероятность разгерметизации подземного газопровода или ПРГ.

Каждая группа факторов и каждый фактор в группе характеризуются определенными относительными "вкладами" в аварийность объекта газораспределения (долями влияния), учитываемыми с помощью весовых коэффициентов A_i (a_{ij}) и A_g .

Фактическая балльная оценка анализируемого участка подземного газопровода проводится по формуле

$$B = \sum_{i=1}^k A_i \sum_{j=1}^{n(i)} a_{ij} B_{ij}, \quad (1)$$

где k — число групп (для стальных газопроводов $k = 5$, для полиэтиленовых — $k = 4$); A_i — доля группы факторов, влияющих на безопасную эксплуатацию объекта; $n(i)$ — число факторов в i -й группе; a_{ij} — доля j -го фактора в i -й группе; B_{ij} — балл, присвоенный j -му фактору в i -й группе.

Фактическая балльная оценка анализируемого ПРГ проводится по формуле

$$B = \sum_{g=1}^m A_g B_g, \quad (2)$$

где m — число факторов; A_g — доля g -го фактора, влияющего на безопасную эксплуатацию ПРГ; B_g — балл, присвоенный g -му фактору.



Рис. 1. Структура факторов, влияющих на безопасную эксплуатацию подземных газопроводов



Рис. 2. Структура факторов, влияющих на безопасную эксплуатацию ПРГ

В табл. 3 указаны доли воздействия группы A_i и доли факторов a_{ij} в i -й группе для подземных стальных и полиэтиленовых газопроводов.

Весовые коэффициенты A_{g_i} , влияющие на безопасную эксплуатацию ПРГ, представлены в табл. 4.

С целью унифицированного и формализованного подхода к учету влияния разнородных факторов на ожидаемую частоту аварий на подземном газопроводе и ПРГ диапазоны изменений "натуральных" значений разных факторов с помощью балльно-факторных функций преобразованы в 10-балльную шкалу. При этом 0 баллов соответствует наилучшему влиянию со стороны данного фактора на объект газораспределения,

т. е. наименьшей вероятности нарушения его целостности, а 10 баллов — наихудшему влиянию, т.е. наибольшей вероятности нарушения его целостности.

Балльно-факторные функции определены экспертным методом с опорой на результаты анализа данных по аварийности на объектах газораспределения и представлены в виде таблиц. В качестве примера в табл. 5 приведен фрагмент балльно-факторных функций для подземного газопровода.

Посредством балльной оценки факторов определяется ожидаемая частота возникновения аварий при последующей эксплуатации объектов газораспределения.

Доли групп и входящих в них факторов

Номера групп и входящих в них факторов	Наименование группы факторов влияния и входящих в них факторов	Доля группы A_i и доля фактора a_{ij} в i -й группе	
		Сталь	Полиэтилен
1	Внешнее механическое воздействие	0,71	0,71
1.1	Минимальная глубина заложения	0,01	0,01
1.2	Толщина стенки газопровода	0,23	0,23
1.3	Антропогенная активность	0,07	0,07
1.4	Технические устройства	0,23	0,23
1.5	Предупреждающие и запрещающие знаки	0,23	0,23
1.6	Охранная зона	0,23	0,23
2	Подземная коррозия	0,09	—
2.1	Коррозионная агрессивность грунта	0,25	—
2.2	Действие блуждающего постоянного и переменного токов	0,25	—
2.3	Изоляционное покрытие	0,25	—
2.4	Электрохимическая защита	0,25	—
3	Производственные факторы	0,09	0,12
4	Конструктивно-технологические факторы	0,05	0,08
5	Природные факторы и воздействия	0,06	0,09
5.1	Перемещение грунта	0,03	0,03
5.2	Состав грунта	0,33	0,33
5.3	Удары молнии	0,32	0,32
5.4	Воздействие грунтовых вод	0,32	0,32

Таблица 4

Доли факторов влияния на безопасную эксплуатацию ПРГ

Номера факторов	Наименование факторов влияния	Доля фактора A_g
1	Конструктивное исполнение здания или сооружения	0,13
2	Отопление	0,10
3	Состав оборудования	0,20
4	Размещение запорной арматуры	0,06
5	Пропускная способность регулятора давления	0,22
6	Выведение продувочных и сбросных трубопроводов	0,08
7	Размещение здания или сооружения	0,06
8	Автоматизированная система управления технологическими процессами	0,15

Ожидаемую удельную частоту реализации u -го сценария развития аварии на участке подземного газопровода $Q_{yГ}$, 1/(тыс. км·год), следует рассчитывать по формуле

$$Q_{yГ} = \lambda_{cp \text{ рег}} \frac{B}{B_{cp}} q_y, \quad (3)$$

где $\lambda_{cp \text{ рег}}$ — среднестатистическая удельная частота аварий на участке подземного газопровода в конкретном регионе, 1/(тыс. км·год); B — фактическая балльная оценка анализируемого участка подземного газопровода, рассчитанная

Таблица 5

Фрагмент балльно-факторных функций для подземного газопровода

Номера групп и факторов	Наименование группы, фактора и возможные "натуральные" значения фактора	Балльная оценка B_{ij} фактора
1	Внешнее механическое воздействие	
1.1	Минимальная глубина заложения	
1.1	Глубина прокладки стального газопровода:	
1.1.1	в общем случае:	
	более 0,8 м	0
	равно 0,8 м	2
	менее 0,8 м	10
1.1.2	на территории, где предусматривается движение транспорта и сельскохозяйственных машин от верха газопровода или футляра:	
	более 0,6 м	3
	равно 0,6 м	5
	менее 0,6 м	10
1.1.3	на пахотных и орошаемых землях от верха газопровода или футляра:	
	более 1,0 м	3
	равно 1,0 м	5
	менее 1,0 м	10
1.1.4	на оползневых и подверженных эрозии участках: ниже зеркала скольжения и границы прогнозируемого участка разрушения:	
	более 0,5 м	3
	равно 0,5 м	5
	от зеркала скольжения и границы прогнозируемого участка разрушения	
	менее 0,5 м	10



с учетом действующих на данном участке внешних и внутренних факторов влияния; $V_{\text{ср}}$ — балльная оценка среднестатистического участка подземного газопровода: 4,60 балла для стального газопровода и 3,83 балла для полиэтиленового; q_y — условная вероятность возникновения сценария аварии.

Ожидаемую частоту реализации y -го сценария развития аварий на ПРГ $Q_{y \text{ ПРГ}}$, $1/(\text{ед. ПРГ} \cdot \text{год})$, следует рассчитывать по формуле

$$Q_{y \text{ ПРГ}} = p_{\text{ср}} \frac{B}{B_{\text{ср}}} q_y, \quad (4)$$

где $p_{\text{ср}}$ — среднестатистическая ожидаемая частота аварий на ПРГ, $1/(\text{ед. ПРГ} \cdot \text{год})$; B — фактическая балльная оценка анализируемого ПРГ, рассчитанная с учетом действующих на данном ПРГ внешних и внутренних факторов влияния; $B_{\text{ср}}$ — балльная оценка среднестатистического ПРГ, равная 5 баллам.

Выводы

Идентифицированы и структурированы факторы, оказывающие влияние на безопасную эксплуатацию газораспределительных систем, определены их весовые коэффициенты (доли). Разработана методика балльной оценки факторов влияния на безопасную эксплуатацию, позволяющая рассчитать ожидаемую частоту возникновения аварий объектов газораспределения на этапе проектирования и оценить принятые в проекте технические решения на предмет их эффективности и безопасности.

Список литературы

1. Доклад Селезнева К. Г. "Поставки газа на внутренний рынок. Реализация программы газификации регионов" // Пресс-конференция в рамках организации годового общего собрания акционеров ПАО "Газпром", Москва, 2015. URL: <http://www.gazprom.ru/investors/presentations/2015> (дата обращения 22.10.2015).
2. **Технический регламент** о безопасности сетей газораспределения и газопотребления (утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.10.2010 № 870).
3. **Федеральный закон** от 31.03.1999 № 69-ФЗ "О газоснабжении в Российской Федерации".
4. **ГОСТ Р 55474-2013** Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 2. Стальные газопроводы.
5. **СТО Газпром 9.2-002—2009** Защита от коррозии. Электрохимическая защита от коррозии. Основные требования.
6. **СНиП 42-01—2002** Строительные нормы и правила. Газораспределительные системы.
7. **Федеральные нормы** и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и

- газовой промышленности", утверждены Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12.03.2013 № 101.
8. **СП 42-101—2003** Свод правил. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
 9. **СП 62.13330.2011** Свод правил. Газораспределительные системы. (Актуализированная редакция СНиП 42-01—2002).
 10. **ГОСТ Р 55472—2013** Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 0. Общие положения.
 11. **ГОСТ Р 55473—2013** Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 1. Полиэтиленовые газопроводы.
 12. **СТО Газпром 2-2.2-496—2010** Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО "Газпром". Инструкция по производству сварочных работ при строительстве и ремонте стальных и полиэтиленовых газопроводов систем газораспределения на объектах ОАО "Газпром".
 13. **Правила** охраны газораспределительных сетей (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 20.11.2000 № 878).
 14. **СТО Газпром 2-2.1-093—2006** Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО "Газпром". Газораспределительные системы. Альбом типовых решений по проектированию и строительству (реконструкции) газопроводов с использованием полиэтиленовых труб.
 15. **СТО Газпром 2-2.3-602—2011** Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО "Газпром". Газораспределительные системы. Технология производства работ на стальных подземных газопроводах врезкой под давлением.
 16. **ГОСТ Р 54960—2012** Системы газораспределительные. Пункты газорегуляторные блочные. Пункты редуцирования газа шкафные. Общие технические требования.
 17. **Р Газпром 2-2.3-518—2010** Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО "Газпром". Оценка влияния отказов в системах газораспределения на безопасность и надежность газоснабжения на основе методов риск-анализа.
 18. **СТО Газпром 2-3.6-033—2005** Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО "Газпром". Положение по организации и проведению контроля за обеспечением работоспособности и безопасному функционированию газораспределительных систем.
 19. **Красных Б. А., Мартынюк В. Ф., Сергиенко Т. С., Сорокин А. А., Феоктистов А. А., Нечаев А. С.** Анализ аварий и несчастных случаев на объектах газового надзора. — М.: ООО "Анализ опасностей", 2003. — 320 с.
 20. **Анализ** аварий и несчастных случаев на трубопроводном транспорте / Под ред. Б. Е. Прусенко, В. Ф. Мартынюка. — М.: ООО "Анализ опасностей", 2003. — 349 с.
 21. **Анализ** аварий и несчастных случаев в нефтегазовом комплексе России / Под ред. Б. Е. Прусенко, В. Ф. Мартынюка. — М.: ООО "Анализ опасностей", 2002. — 308 с.
 22. **Отчеты** о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. — Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. — М., 2002—2013 гг.
 23. **Информационные бюллетени** Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. — ЗАО НТЦ ПБ. — М., 2002—2013 гг.

E. G. Yamaeva, Postgraduate, Gubkin Russian State University of oil and gas, Moscow, Engineer, e-mail: evelinamb078@gmail.com,

Central Design Bureau of Oil Equipment, Podolsk, Moscow Region,

E. E. Fomina, Associate Professor, Gubkin Russian State University of oil and gas, Moscow

Development of Scoring Factors Influencing the Safe Operation of the Gas Distribution in the Design Phase

Increase of level of industrial safety is the most important problem of society, as underground gas pipeline and gas reducing point are in close proximity to the population. Decisions on ensuring industrial safety of such objects have to rely on results of risk estimate on design phase.

The purpose of this article is to inform readers about new method of risk estimate in the design phase for gas distribution objects. There are following tasks before authors, such as show the actuality of problem and develop of scoring factors influencing the safe operation of the gas distribution.

During the presentation of the articles factors developed point-factorial functions and the actual scoring formulas were determined. Furthermore we have been given the formula for calculating the expected rate of realization of the accident using the actual scoring.

Keywords: industrial safety, gas distribution, design phase, underground gas pipeline, gas reducing point, risk estimate, safe operation, point-factorial function, scoring, accident

References

1. **Doklad** Selezneva K. G. "Postavki gaza na vnutrennij rynek. Realizacija programmy gazifikacii regionov". *Press-konferencija v ramkah organizacii godovogo obshhego sobranija akcionerov PAO "Gazprom"*, Moskva, 2015. URL: <http://www.gazprom.ru/investors/presentations/2015> (data accessed 22.10.2015).
2. **Tehnicheskij reglament** o bezopasnosti setej gazoraspredelenija I gazopotreblenija (utverzhen Postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 29.10.2010 N 870).
3. **Federal'nyj zakon** ot 31.03.1999 No. 69-FZ "O gazosnabzhenii v Rossijskoj Federacii".
4. **GOST R 55474—2013** Sistemy gazoraspredelitel'nye. Trebovanija k setjam gazoraspredelenija. Chast' 2. Stal'nye gazoprovody.
5. **STO Gazprom 9.2-002—2009** Zashhita ot korrozii. Jelektrohimicheskaja zashhita ot korrozii. Osnovnye trebovanija.
6. **SNiP 42-01—2002** Stroitel'nye normy i pravila. Gazoraspredelitel'nye sistemy.
7. **Federal'nye normy i pravila** v oblasti promyshlennoj bezopasnosti "Pravila bezopasnosti v neftjanoj i gazovoj promyshlennosti", utverzheny Prikazom Federal'noj sluzhby po jekologicheskomu, tehnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 12.03.2013 No. 101.
8. **SP 42-101—2003** Svod pravil. Obshhie polozhenija po proektirovaniju i stroitel'stvu gazoraspredelitel'nyh sistem iz metallicheskih i polijetilenovyh trub.
9. **SP 62.13330.2011** Svod pravil. Gazoraspredelitel'nye sistemy. (Aktualizirovannaja redakcija SNiP 42-01—2002).
10. **GOST R 55472—2013** Sistemy gazoraspredelitel'nye. Trebovanija k setjam gazoraspredelenija. Chast' 0. Obshhie polozhenija.
11. **GOST R 55473—2013** Sistemy gazoraspredelitel'nye. Trebovanija k setjam gazoraspredelenija. Chast' 1. Polijetilenovye gazoprovody.
12. **STO Gazprom 2-2.2-496—2010** Dokumenty normativnye dlja proektirovanija, stroitel'stva i jekspluacii ob'ektov OAO "Gazprom". Instrukcija po proizvodstvu svarochnyh robot pri stroitel'stve i remonte stal'nyh i polijetilenovyh gazoprovodov sistem gazoraspredelenija na ob'ektah OAO "Gazprom".
13. **Pravila** ohrany gazoraspredelitel'nyh setej (utverzheny postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 20.11.2000 No. 878).
14. **STO Gazprom 2-2.1-093—2006** Dokumenty normativnye dlja proektirovanija, stroitel'stva i jekspluacii ob'ektov OAO "Gazprom". Gazoraspredelitel'nye sistemy. Al'bom tipovyh reshenij po proektirovaniju i stroitel'stvu (rekonstrukcii) gazoprovodov s ispol'zovaniem polijetilenovyh trub.
15. **STO Gazprom 2-2.3-602—2011** Dokumenty normativnye dlja proektirovanija, stroitel'stva i jekspluacii ob'ektov OAO "Gazprom". Gazoraspredelitel'nye sistemy. Tehnologija proizvodstva robot na stal'nyh podzemnyh gazoprovodah vrezkoj pod davleniem.
16. **GOST R 54960—2012** Sistemy gazoraspredelitel'nye. Punkty gazoreguljatornye blochnye. Punkty reducirovaniya gaza shkafnye. Obshhie tehnicheskie trebovanija.
17. **P Gazprom 2-2.3-518—2010** Dokumenty normativnye dlja proektirovanija, stroitel'stva i jekspluacii ob'ektov OAO "Gazprom". Ocenka vlijanija otkazov v sistemah gazoraspredelenija na bezopasnost' i nadezhnost' gazosnabzhenija na osnove metodov risk-analiza.
18. **STO Gazprom 2-3.6-033—2005** Dokumenty normativnye dlja proektirovanija, stroitel'stva i jekspluacii ob'ektov OAO "Gazprom". Polozhenie po organizacii i provedeniju kontrolja za obespečeniem rabotosposobnosti i bezopasnomu funkcionirovaniju gazoraspredelitel'nyh system.
19. **Krasnyh B. A., Martynjuk V. F., Sergienko T. S., Sorokin A. A., Feoktistov A. A., Nechaev A. S.** Analiz avarij i neschastnyh sluchaev na ob'ektah gazovogo nadzora. M.: OOO "Analiz opasnostej", 2003. 320 p.
20. **Analiz** avarij i neschastnyh sluchaev na truboprovodnom transporte / Pod red. B. E. Prusenko, V. F. Martynjuk. M.: OOO "Analiz opasnostej", 2003. 349 p.
21. **Analiz** avarij i neschastnyh sluchaev v neftegazovom komplekse Rossii / Pod red. B. E. Prusenko, V. F. Martynjuk. M.: OOO "Analiz opasnostej", 2002. 308 p.
22. **Otchety** o dejatel'nosti Federal'noj sluzhby po jekologicheskomu, tehnologicheskomu i atomnomu nadzoru. Federal'naja sluzhba po jekologicheskomu, tehnologicheskomu i atomnomu nadzoru. M., 2002—2013 gg.
23. **Informacionnye bjulleteni** Federal'noj sluzhby po jekologicheskomu, tehnologicheskomu i atomnomu nadzoru. ZAO NTC PB. M., 2002—2013 gg.

УДК 656.13.08

Ю. В. Трофименко, заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: uwtrofimenko@mail.ru, **Е. В. Шашина**, канд. техн. наук, доц. кафедры, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Влияние человеческого фактора на обеспечение безопасности дорожного движения

Рассмотрены факторы, определяющие уровень дорожной аварийности и гибели людей в дорожно-транспортных происшествиях, а также меры по формированию безопасного транспортного поведения участников дорожного движения, снижению стрессов и усталости водителей, совершенствованию конструкционной безопасности транспортных средств, объектов транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: социальные и транспортные риски, дорожная аварийность, гибель людей, безопасность дорожного движения, мероприятия

Из всех видов деятельности человека в развитых странах наибольшая вероятность летального исхода наблюдается при участии в дорожном движении (рис. 1) [1].

Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) наносят огромный ущерб национальным экономикам из-за гибели и травмирования людей, причинения вреда имуществу и окружающей среде.

Для сравнительного анализа состояния безопасности дорожного движения (БДД) в отдельных странах Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует использовать показатели, отражающие количество погибших в ДТП по отношению к численности населения, численности парка автомобилей и/или объему транспортной работы:

— показатель *социальных рисков RH* (human risks), определяемый по числу погибших в расчете на 100 тыс. жителей;

— уровень *транспортных рисков RT* (traffic risks), исчисляемый количеством погибших в расчете на 100 тыс. автомобилей.

В таблице представлены данные по уровням автомобилизации (*A*), социальным (*RH*) и транспортным (*RT*) рискам, долям численности автомобилей от мирового парка (*DA*) и долям погибших в ДТП (*DD*) в отдельных странах [2].

Анализ показал, что в странах с высоким уровнем дохода уровень смертности от ДТП в последние десятилетия стабилизировался или снизился, в то время как большинство (91,5 %) случаев смертей на дорогах происходит в странах с низким и средним уровнем дохода. На их долю приходится менее половины (48 %) мирового парка транспортных средств. Около 51,2 % зарегистрированных

ДТП со смертельным исходом происходит в странах группы "Risky Sates-10" ("RS-10") — Китай, Индия, Бразилия, Камбоджа, Египет, Кения, Мексика, Турция, Вьетнам, Россия [3].

Автомобилизация и смертность в ДТП (2010 г.)

Страны и регионы	<i>A*</i>	<i>RH</i>	<i>RT</i>	<i>DA, %</i>	<i>DD, %</i>
США	841	10,6	1,3	19,50	3,22
Канада	634	6,6	1,0	2,15	0,22
Великобритания	565	3,5	0,55	3,96	0,22
Вьетнам	367	26,0	7,1	2,49	1,8
Россия	255	18,6	6,7	2,73	2,8
Турция	202	9,0	4,5	1,13	0,5
Китай	154	20,8	13,5	15,54	21,6
Камбоджа	115	12,7	11,0	0,13	0,1
Кения	35	28,2	81,6	0,11	0,9

* Число автомобилей на 1000 жителей.

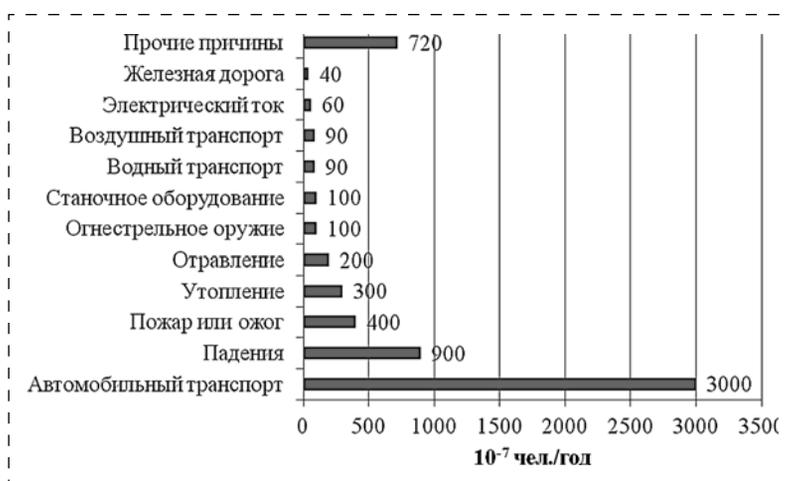


Рис. 1. Вероятность летального исхода при разных видах деятельности

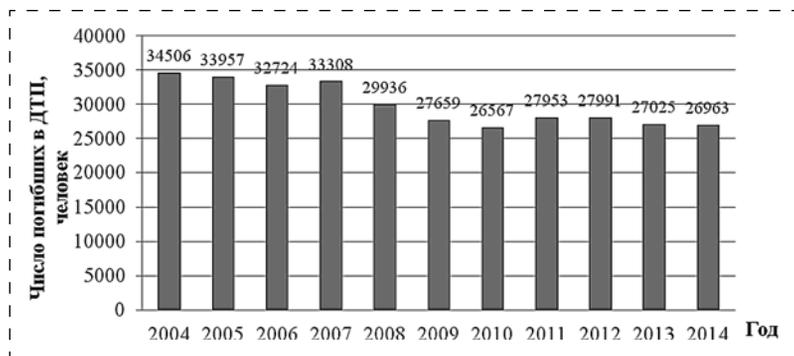


Рис. 2. Число погибших в результате ДТП в РФ в период с 2004 по 2014 г.

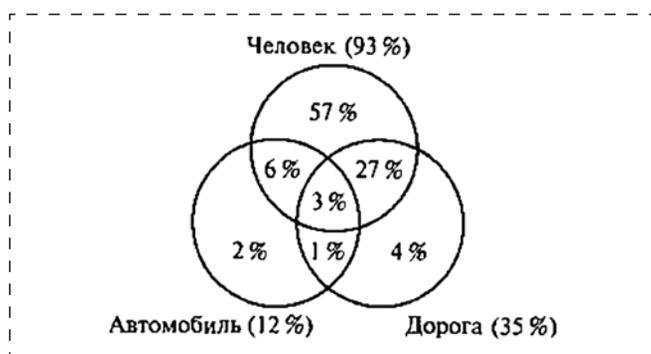


Рис. 3. Роль факторов риска и их сочетаний в возникновении ДТП [6]

Главная причина высокой смертности на дорогах — отсутствие надлежащего транспортного поведения участников дорожного движения.

Как видно из статистических данных дорожной аварийности, приведенных на рис. 2, в РФ уровень смертности в ДТП остается очень высоким [4], несмотря на реализацию Федеральной целевой программы "Повышение безопасности дорожного движения в 2006—2012 годах" и ее пролонгацию до 2020 года [5].

На БДД оказывает влияние много факторов, функционирующих в динамической системе "человек — автомобиль — дорога — среда". К ним относятся конструктивные параметры и состояние дороги; интенсивность движения транспортных средств и пешеходов; обустройство дорог сооружениями и средствами регулирования; время года, суток; состояние водителей и пешеходов; нарушение ими установленных правил и др. С точки зрения БДД для системного изучения интерес представляют как сами факторы риска ДТП, так и их сочетания: человек — автомобиль; автомобиль — дорога; дорога — человек.

На рис. 3 [6] схематично показана роль разных факторов на возникновение ДТП и гибель людей в дорожном движении: в 57 % случаев главная причина — ошибка человека; в 27 % случаев — взаимодействие человека и дороги; в 6 % случаев — взаимодействие человека и автомобиля; в 3 %

случаев — совокупного взаимодействия человека, автомобиля и дороги.

Мероприятия по снижению смертности в дорожном движении по указанным на рис. 3 факторам можно объединить в три группы [6]:

- *фактор "человек"* — проведение воспитательной, образовательной, законодательской, политической, общественной деятельности, нацеленной на формирование безопасной модели поведения участников дорожного движения посредством воспитания желательного и корректировки нежелательного поведения, а также для функционирования дорожных организаций в рамках аудита безопасности;

- *фактор "автомобиль"* — повышение надежности и безопасности конструкций транспортных средств и их эксплуатации;
- *фактор "дорога"* — планирование, проектирование, строительство, содержание и эксплуатация безопасных объектов улично-дорожной инфраструктуры.

Высокий уровень БДД может быть обеспечен только посредством [6]:

- сотрудничества и единства цели всех институтов, служб и организаций любых форм собственности, имеющих отношение к проблеме, согласования инициатив в средствах массовых коммуникаций по формированию безопасного транспортного поведения участников дорожного движения;
- программирования деятельности в порядке правильно расставленных приоритетов, когда решение конкретной проблемы снижает остроту последующей проблемы, намеченной для решения;
- проведения последующего мониторинга для анализа результативности мероприятий.

Среди причин гибели людей, обусловленных человеческим фактором, особую социальную значимость имеют ДТП, совершаемые водителями автобусов, которые делают ошибки, приводящие к возникновению дорожной аварийности. По данным ГИБДД [4] в 2014 г. по этой причине было совершено 10 405 ДТП, в которых погибли 564 и ранены 15 682 человека.

Основными мерами, направленными на снижение количества таких ДТП, являются мероприятия по обучению и/или повышению квалификации водителей, законодательное регулирование и надзор за режимами труда и отдыха, инфраструктурные мероприятия, а также повышение уровня конструктивной безопасности и комфорта автотранспортного средства, в том числе использование системы помощи водителю (СПВ) [7].

Важным моментом в снижении роли человеческого фактора в дорожной аварийности является



пересмотр существующей системы обучения водителей. На основании проведенных экспериментов [8] сформулированы предложения по усовершенствованию существующего подхода к обучению водителей-профессионалов. Водитель должен пройти последовательно по мере совершенствования своего водительского мастерства *четыре этапа обучения.*

На первом этапе водитель должен достичь определенного технического мастерства и понимания смысла и последовательностей при выполнении всех действий, связанных с управлением агрегатами автомобиля.

Вторым этапом подготовки водителя является формирование умения определять положение автомобиля на дороге и прогнозировать его траекторию движения в зависимости от управляющих воздействий. После этого этапа обучаемый должен полностью освоить техническую сторону вождения автомобиля. Он должен правильно выполнять намеченные действия при движении автомобиля, а любые действия рычагами и педалями не должны вызывать у него затруднений.

Третьим этапом обучения является формирование умения взаимодействовать с другими участниками движения, анализировать и прогнозировать дорожную обстановку, предупреждать аварийные ситуации. На этом этапе обучаемый при выборе того или иного маневра в сложных ситуациях должен исходить из тактических соображений обеспечения безопасности движения.

Четвертый этап обучения формирует умения и алгоритмы поведения водителя при возникновении конфликтных ситуаций и дорожной аварийности для минимизации негативных последствий для жизни, здоровья участников движения, имущества, окружающей среды. Этот этап должен проводиться на специальных стендах [9].

Только после такого обучения человек может быть допущен к сдаче экзаменов на получение водительского удостоверения.

Значимым фактором, влияющим на дорожную аварийность, является нарушение режима труда и отдыха водителей. Согласно статистике ГИБДД количество ДТП, связанных с нарушением режима труда и отдыха водителей, составляет 11,6 % от общего числа.

Результаты исследований [8] показали, что для корректирования графиков допуска водителей на автобусные маршруты разной сложности и прогнозирования надежности водителей целесообразно использовать мониторинг их функционального состояния, производя замеры психофизиологических показателей в реальном времени, которые передаются по спутниковому каналу в базу данных с выводом на экран персонального компьютера диспетчера автобусного парка. Нахождение водителя в стрессовом состоянии — при частоте сердечных сокращений (ЧСС) более 85 уд./мин

(что выше порогового значения за смену) является основанием для перевода водителя на более легкий маршрут, так как высокая напряженность труда может привести к совершению ошибок и развитию профессиональных заболеваний.

Для обоснования нормативов на пороговые значения доли рабочего времени, при котором ЧСС выше 85 уд./мин в МАДИ были проведены эксперименты с разными группами водителей по возрасту и стажу на реальных маршрутах движения. Удалось установить, что это значение составляет 5...10 % [8].

В группу инфраструктурных мероприятий по повышению надежности водителей входят мероприятия по созданию достаточного количества предложений по парковкам и стоянкам вблизи автомагистралей, развитию придорожного сервиса. Важным моментом является повышение рекреационного потенциала по снятию усталости, стрессов и восстановлению психоэмоционального состояния не только путем увеличения числа площадок отдыха вблизи дорог, степени оснащения их объектами дорожного сервиса, но и увеличением номенклатуры услуг внутри объектов, например:

- использование систем нормализации микроклимата, очистки воздуха, регулирование интенсивности освещения в помещениях для отдыха;

- создание в пунктах отдыха (мотелях) сенсорных комнат, лечебно-массажных кабинетов. Эти комнаты и кабинеты в результате благоприятного аудио- и видеовосприятия, проведения лечебного массажа, фитотерапии, способствуют спокойному сну, отдыху, расслаблению. Они уже начали использоваться в многофункциональных зонах дорожного сервиса вблизи автомагистралей, в автотранспортных предприятиях, в аэропортах и на других объектах транспортной инфраструктуры [7].

Важной задачей является повышение конструктивной безопасности транспортного средства (ТС), а также изучение влияния различных элементов системы помощи водителю на состояние здоровья водителя. С одной стороны, переизбыток информации, предоставляемой водителю, особенно данные, неполно или некорректно оценивающие сложившуюся дорожную ситуацию, могут помешать ему сосредоточиться на основной задаче — адекватном управлении ТС. Перехват контроля над управлением транспортным средством в экстренных ситуациях, являющийся одной из основных функций СПВ, также может оказаться дополнительным фактором, способным вызвать раздражение и негативные реакции у водителей с чувствительной нервной системой.

С другой стороны, передача большей части управляющих функций машине, т. е. исключение водителя из контура управления в штатной ситуации, также может спровоцировать развитие у водителя психического дискомфорта. Поэтому как переизбыток информации, так и информационная

недогруженность способны спровоцировать развитие негативных реакций у водителя, вызвать развитие у него различных психических заболеваний [10].

Эти исследования должны проводиться более широко в нашей стране, так как они совпадают с тенденцией технического совершенствования конструкций транспортных средств и объектов транспортной инфраструктуры в направлении дальнейшей передачи отдельных функций водителя автоматическим системам управления. В части обеспечения безопасности движения здесь возникает также много новых юридических проблем в случае, когда совершается ДТП в результате ошибки не водителя, а автопилота.

Таким образом, для уменьшения числа людей, гибнущих в дорожном движении, необходимо реализовать комплекс мер по формированию безопасного транспортного поведения участников дорожного движения, обучения, снижения стрессов и усталости водителей, совершенствования конструкционной безопасности транспортных средств, объектов транспортной инфраструктуры, решать одновременно организационные, технические, юридические вопросы, возникающие в связи с развитием информационных технологий на транспортных средствах и объектах транспортной инфраструктуры.

Список литературы

1. **Русак О. Н., Малаян К. Р., Занько Н. Г.** Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. 9-е изд., стер /

- Под ред. О. Н. Русака. — СПб.: Лань; М.: ООО Издательство "Омега-Л", 2005. — 448 с.
2. **Блинкин М. Я., Решетова Е. М.** Безопасность дорожного движения: история вопроса, международный опыт, базовые институции: НИУ "Высшая школа экономики". — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2013. — 240 с.
 3. **Road Safety** (Bloomberg Philanthropies) // Информационный веб-сайт. — Электрон. текст. и граф. дан. — URL: <http://www.bloomberg.org/program/public-health/road-safety/> (дата обращения 21.09.2015).
 4. **Сведения** о показателях состояния безопасности дорожного движения (Госавтоинспекция) // Информационный веб-сайт. — Электрон. текст. и граф. дан. — Систем. требования: Microsoft Excel. — URL: <http://www.gibdd.ru/stat/> (дата обращения 21.09.2015).
 5. **Федеральная целевая программа** "Повышение безопасности дорожного движения в 2013—2020 годах" // Информационный веб-сайт. — Электрон. текст. и граф. дан. — URL: <http://www.fcp-pbdd.ru/> (дата обращения 21.09.2015).
 6. **Горев А. Э., Олещенко Е. М.** Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр "Академия", 2006. — 256 с.
 7. **Григорьева Т. Ю., Трофименко Ю. В., Шашина Е. В.** Меры по снижению усталости и стресса водителей при выполнении междугородних и международных перевозок // Автотранспортное предприятие. — 2012. — № 5. — С. 9—11.
 8. **Шашина Е. В.** Разработка научно-методических основ оценки надежности водителя автобуса в условиях возникновения конфликтных и чрезвычайных ситуаций: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10. — М., 2014. — 20 с.
 9. **Трофименко Ю. В., Шашина Е. В.** Автобусные тренажеры для подготовки и оценки надежности водителей автобусов // Транспорт: наука, техника, управление. — 2008. — № 8. — С. 44—47.
 10. **Григорьева Т. Ю., Григорьева Т. Ю., Трофименко Ю. В., Шашина Е. В.** Транспортная интеллектуальная система и надежность водителя // Автотранспортное предприятие. — 2010. — № 10. — С. 16—19.

Yu. V. Trofimenko, Head of Chair, e-mail: ywtrofimenko@mail.ru, **E. V. Shashina**, Associate Professor of Chair, The Moscow Automobile and Road Construction University

Influence of the Human Factor in Road-Traffic Safety

The article deals with factors that determine rate of road accident and vehicular homicide. Also measures for forming road users' safety transport behavior, for reducing drivers' stress and fatigue, for construction safety enhancement of vehicles and transport infrastructure facilities are given.

Keywords: human risks, traffic risks, road accident, vehicular homicide, road-traffic safety, measures

References

1. **Rusak O. N., Malayan K. R., Zan'ko N. G.** Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti: Uchebnoe posobie. 9-e izd., ster., Saint-Petersberg, Lan', Moscow, ООО Izdatel'stvo "Omega-L", 2005. 448 p.
2. **Blinkin M. Ja., Reshetova E. M.** Bezopasnost' dorozhnogo dvizhenija: istorija voprosa, mezhdunarodnyj opyt, bazovye institucii. Nac. issled. un-t "Vysshaja shkola jekonomiki". Moscow, Izd. dom Vysshej shkoly jekonomiki, 2013. 240 p.
3. **Road Safety** (Bloomberg Philanthropies). URL: <http://www.bloomberg.org/program/public-health/road-safety/>.
4. **Сведения** о показателях состоjания безопасности дорожного движения (Госавтоинспекция). URL: <http://www.gibdd.ru/stat/>.
5. **Федеральная целевая программа** "Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija v 20130—2020 godah". URL: <http://www.fcp-pbdd.ru/>.

6. **Gorev A. Je., Oleshhenko E. M.** Organizacija avtomobil'nyh perevozok i bezopasnost' dvizhenija: ucheb. posobie dlja stud. vyssh. ucheb. zavedenij, Moscow, Izdatel'skij centr "Akademija", 2006. 256 p.
7. **Grigor'eva T. Yu., Trofimenko Yu. V., Shashina E. V.** Mery po snizheniju ustalosti i stressa voditelej pri vypolnenii mezhdugorodnih i mezhdunarodnyh perevozok. *Avtotransportnoe predpriyatje*. 2012. No. 5. P. 9—11.
8. **Shashina E. V.** Razrabotka nauchno-metodicheskij osnov ocenki nadyozhnosti voditelya v uslovijah vzniknoveniya konfliktnyh i chrezvychajnyh situacij, avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk: 05.22.10, Moscow, 2014. 20 p.
9. **Trofimenko Yu. V., Shashina E. V.** Avtobusnye trenazhory dlja podgotovki i ocenki nadezhnosti voditelej avtobusov. *Transport: nauka, tehnika, upravlenie*. 2008. No. 8. P. 44—47.
10. **Grigor'eva T. Yu., Trofimenko Yu. V., Shashina E. V.** Transportnaja intellektual'naja sistema i nadjozhnost' voditelja. *Avtotransportnoe predpriyatje*. 2010. No. 10. P. 16—19.

УДК 504.3.054

И. В. Зырянов, д-р техн. наук, зам. директора, e-mail: ZyryanovIV@alrosa.ru,
Н. Е. Кулинич, зав. лабораторией, **Е. В. Середкина**, канд. техн. наук, науч. сотр.,
Институт "Якутнипроалмаз" АК "АЛРОСА" (ПАО), Мирный

Инвентаризация источников выбросов парниковых газов в АК "АЛРОСА" (ПАО)

Институтом "Якутнипроалмаз" разработаны методические указания по расчету выбросов углекислого газа в результате энергетической и промышленной деятельности, связанной с добычей алмазов, а также при обезвреживании отходов производства в структурных подразделениях АК "АЛРОСА" (ПАО). Проведена инвентаризация источников выбросов парниковых газов. Расчеты выбросов углекислого газа в 2014 г. выполнены с использованием данных о деятельности предприятий, рассчитанных и обоснованных факторов эмиссии парниковых газов и коэффициентов окисления углерода, а также с оценкой неопределенности полученных результатов.

Ключевые слова: АК "АЛРОСА" (ПАО), научно-исследовательская работа, парниковые газы, углекислый газ, инвентаризация источников выбросов, коэффициент выбросов парникового газа, коэффициент окисления углерода

Производственная деятельность АК "АЛРОСА" (ПАО) по разработке и освоению природных алмазоносных месторождений связана с эксплуатацией различной автотранспортной техники и промышленного оборудования, установок для выработки теплоты и энергии. Сжигание топлива (жидкого, твердого и газообразного), добыча горной породы, хранение и транспортирование топлива, использование смазочных материалов связаны с выбросами в атмосферу газов, водяных паров и твердых частиц, которые относятся к категории загрязняющих (оксид углерода CO , оксиды азота N_xO_y , оксиды серы S_xO_y и др.) и подлежат нормированию и учету в соответствии с требованиями природоохранного законодательства Российской Федерации, или же (например, углекислый газ CO_2) не являются токсичными веществами и нормированию не подлежат.

Некоторые газообразные вещества, такие как водяной пар*, закись азота N_2O , метан CH_4 , углекислый газ CO_2 и др. вызывают парниковый эффект, все более усиливающийся с ростом темпов развития промышленности, что приводит к глобальному изменению климата. Необходимость их учета, контроля и принятия мер к снижению количества выбросов в атмосферу является очевидной.

* Водяной пар не включен в приложение А к Киотскому протоколу, хотя по мнению многих ученых, влияние этого газа на атмосферные процессы, включая парниковый эффект, велика (Прим. редакции).

В России, в соответствии с принятыми ею обязательствами в рамках, определенных Киотским протоколом [1], разрабатывается и осуществляется политика, направленная на сокращение выбросов парниковых газов, установлен порядок проведения инвентаризации выбросов парниковых газов. Инвентаризация источников выбросов, проводимая на уровне предприятий, дает более полную и детализированную оценку количества выбросов. Публикация открытых данных о выбросах парниковых газов позволит компаниям вести диалог с зарубежными партнерами о совместных проектах и сотрудничестве в деле снижения выбросов в атмосферу. Такое добровольное информирование соответствует обязательствам, принятым АК "АЛРОСА" (ПАО) в рамках утвержденной экологической политики, которая направлена на планирование и осуществление мер по минимизации негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду.

Методическая база, необходимая для оценки количества выбросов парниковых газов, до 2015 г. в Российской Федерации отсутствовала, и получение объективных данных о выбросах промышленными источниками Компании было невозможно. В период 2013—2014 гг. специалистами института "Якутнипроалмаз" АК "АЛРОСА" (ПАО) была выполнена исследовательская работа, в ходе которой разработаны методические указания по расчету объемов выбросов углекислого газа, установлены

и обоснованы собственные коэффициенты выбросов и окисления углерода.

Первый этап работы включил разработку методических указаний по расчету объемов выбросов углекислого газа стационарными и передвижными источниками предприятий на основании рекомендаций "Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов" Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [2]. В ходе работы собраны и аналитически обработаны исходные данные структурных подразделений, на основании которых проведена инвентаризация стационарных и передвижных источников выбросов углекислого газа.

Выбросы парниковых газов (ПГ) в соответствии с методологией МГЭИК [2] (уровень инвентаризации 2) не измеряются, а рассчитываются по данным об объемах конкретных стадий производства или потребления топлива — данных деятельности предприятия, с использованием факторов эмиссий или пересчетных коэффициентов, которые определяют количество выбросов или поглощений на единицу данных деятельности предприятия. Такие показатели называются коэффициентами выбросов (КВ). В основе расчета выбросов ПГ лежит общая формула

$$\text{Выбросы ПГ} = \text{ДД} \cdot \text{КВ}, \quad (1)$$

где *Выбросы ПГ* — количество ПГ, выброшенных в атмосферу; *ДД* — данные деятельности предприятия (количество израсходованного топлива, материалов, произведенной продукции); *КВ* — коэффициенты выбросов ПГ.

Инвентаризация выбросов и поглощений углекислого газа проводится по секторам, объединяющим соответствующие процессы, источники и поглотители.

Каждый сектор делится на отдельные категории и подкатегории. Оценка выбросов начинается с уровня подкатегорий, а общее количество выбросов подсчитывается суммированием.

Например, энергетический сектор может включать следующие категории источников:

- разведка и добыча первичных топливно-энергетических ресурсов;
- переработка и преобразование первичных топливно-энергетических ресурсов во вторичные;
- передача и распределение топливно-энергетических ресурсов;
- сжигание топлива в стационарных установках и двигателях внутреннего сгорания.

Перечень секторов, категорий и источников эмиссии углекислого газа в подразделениях АК "АЛРОСА" приведены в табл. 1.

Данные о деятельности предприятий Компании, например, расход топлива, выражены в единицах: массы — для твердого и жидкого топлива (т), объема — для газообразного топлива (тыс. м³).

Для расчета выбросов ПГ физические единицы переводятся в общие энергетические (тераджоули (ТДж)) с использованием значения нижней теплотворной способности (НТС) топлива или теплотворного нетто-значения (ТНЗ), выраженных в единицах СИ.

Низшая теплотворная способность — количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании 1 кг твердого, жидкого или 1 м³ газообразного топлива, за вычетом теплоты парообразования водяных паров, образующихся при горении, иначе называют теплотворным нетто-значением. Теплотворная способность каждого вида топлива зависит от его горючих составляющих, а также от зольности и влажности.

Теплотворные нетто-значения различных видов топлива, применяемых в подразделениях Компании, выраженных в ТДж/тыс. т (для жидкого и твердого топлива), ТДж/млн. м³ (для газообразного топлива) приведены в табл. 2 [3].

Количество выбросов CO₂ при сжигании топлива рассчитывают по формуле

$$V_{\text{CO}_2} = M \cdot \text{ТНЗ} \cdot K_B \cdot K_O \cdot 44/12, \quad (2)$$

где V_{CO_2} — количество CO₂, т; M — фактическое потребление топлива, тыс. т (млн м³); ТНЗ — теплотворное нетто-значение (ТДж/тыс. т, ТДж/млн м³) — см. табл. 2; K_B — коэффициент выбросов углерода (тС/ТДж) — см. табл. 2; K_O — коэффициент окисления углерода в топливе (безразмерный коэффициент, показывает долю сгоревшего углерода); 44/12 — коэффициент пересчета углерода в углекислый газ (безразмерный коэффициент — отношение молекулярных масс CO₂ (44 т/моль) и углерода (12 т/моль)).

При оценке выбросов в результате сжигания топлива в расчетах применяются коэффициенты выбросов и окисления углерода.

Коэффициент выбросов углерода определяется исходя из содержания углерода в топливе, других углеродсодержащих материалов по формуле

$$K_B = C/\text{ТНЗ}, \quad (3)$$

где C — содержание углерода в 1000 т топлива, т.

Углерод, не подвергшийся окислению и остающийся в виде твердых частиц (сажи и золы) в результате неполного сгорания жидкого и твердого топлива в зависимости от применяемой технологии сжигания, исключается из общего расчета



Таблица 1

Сектора, категории и источники эмиссии углекислого газа

Сектор	Категория	Подкатегория		Источник эмиссии CO ₂
Энергетика	Стационарное и мобильное сжигание топлива	Стационарное сжигание топлива	Котельные установки	Углерод топлива
			Дизельные электростанции	
			Компрессорные электроустановки	
			Кузнечные цеха	
		Мобильное сжигание топлива	Карьерный транспорт	
			Транспорт общего назначения	
Промышленные процессы и использование продукции	Использование растворителей и другой продукции	Использование смазочных материалов	Транспорт	Углерод смазочных материалов
			Промышленное оборудование	
	Промышленные процессы	Сварочные работы	Электродуговая сварка	Углерод электродов
			Сварка и наплавка с применением наплавочной проволоки	Углерод горючих газов и наплавочной проволоки
			Сварка в среде углекислого газа электродной проволокой	Углерод электродной проволоки, углекислый газ
			Газовая сварка металла	Углерод горючих газов
			Газовая резка металла	
	Взрывные работы		Углерод взрывчатых веществ	
	Использование средств пожаротушения		Углеродсодержащие вещества	
	Отходы	Сжигание отходов		Углерод отходов

Таблица 2

Теплотворное нетто-значение и коэффициенты выбросов углерода при сжигании топлива, применяющегося в подразделениях АК "АЛРО"

Вид топлива	Низшая теплотворная способность		ТНЗ, ТДж/тыс. т (ТДж/млн м ³)	Массовая доля углерода ω _C , %	Коэффициент выбросов углерода K _B , тC/ТДж
	ккал/кг (ккал/м ³)	кДж/кг (кДж/м ³)			
Сырая нефть Иреляхского месторождения	10 051	42 080	42,08	86,58	20,58
Бензин автомобильный	10 390	43 500	43,50	85,6	19,68
Дизельное топливо	10 181	42 624	42,62	87	20,41
Нефтяные отходы (смесь отработанных масел), технические масла и консистентные смазки	9554	40 000	40,00	82	20,00*
Мазут топочный	9783	40 960	40,96	85	20,75
Каменный уголь месторождения Джебарики-Хая	5641	23 618	23,62	42,1	17,83
Бурый уголь месторождения "Разрез Кемпендяйский"	3402	14 243	14,24	50,52	35,47
Кокс ОАО "Кокс" (Кемерово)	7000	29 308	29,308	82,5	28,15
Природный газ Средне-Ботуобинского месторождения	7760	43 961	43,96	67,01	15,24

* В соответствии с рекомендациями МГЭИК [2]

путем применения коэффициента окисления, который рассчитывается по формуле

$$K_o = 1 - C_B/C, \quad (4)$$

где K_o — коэффициент окисления углерод; C_B — количество твердого углерода, выбрасываемого при сжигании 1000 т топлива (твердого или жидкого), т; рассчитывается в соответствии с рекомендациями [4].

Содержание углерода в составе топлива и других углеродсодержащих материалов определяется путем количественного химического анализа, на основе паспортов качества и справочных данных.

При отсутствии данных по конкретному виду топлива, значения коэффициентов выбросов и окисления углерода принимаются в соответствии с рекомендациями МГЭИК [2].

Эмиссии парниковых газов связаны с различными видами промышленных процессов, в том числе не относящихся к энергетическим. Основными источниками этих эмиссий являются процессы, при которых происходит химическая или физическая трансформация материалов. Во время таких процессов выделяются различные парниковые газы, включая CO_2 . Общая методология МГЭИК предусматривает оценку эмиссий, связанных с каждым промышленным процессом (с указанием данных о произведенном или потребленном продукте и характере деятельности).

В составе сектора "Промышленные процессы и использование продуктов" рассмотрены два процесса, вносящих наибольший вклад в общее количество выбрасываемого углекислого газа. Процесс "Неэнергетические продукты от использования топлива и нефтепродуктов" связан с выбросами в результате использования смазочных масел и консистентных смазок. Процесс "Летучие выбросы от промышленной деятельности" предполагает оценку выбросов в результате сварочных, взрывных работ, использования средств пожаротушения.

Например, в подразделениях Компании для выполнения сварочных работ применяются штучные электроды различных марок стандартной длины. В процессе сварки часть углерода, входящего в состав стали электрода, сгорает, образуя углекислый газ. При выполнении расчета исключаем массу остатков и огарков, которые не выделяют углеродсодержащие вещества. Расчет выбросов углекислого газа в этом случае выполняется по формуле

$$V_{CO_2} = (M_3 - M_3 \cdot N \cdot 10^{-2}) K_B \cdot 44/12, \quad (5)$$

где M_3 — годовое количество использованных электродов данной марки, т; N — норматив образования остатков и огарков электродов

стандартной длины, % [5]; K_B — коэффициент выбросов углерода, учитывающий содержание углерода в составе электродов, тС/т [5].

В карьерах и рудниках Компании добыча алмазосодержащей руды, а также добыча щебня, гравия, песка и глины для строительных работ сопровождаются проведением взрывных работ. Для взрывных работ применяются промышленные углеродсодержащие взрывчатые вещества (ВВ), при взаимодействии которых с кислородом воздуха образуется углекислый газ. Массовая доля углерода, входящего в состав взрывчатых и эмульсионно-взрывчатых (ЭВВ) веществ, а также коэффициенты эмиссии углерода рассчитаны на основе данных о содержании углерода в составе ВВ.

Расчет количества выбросов углекислого газа проводится по формуле:

$$V_{CO_2} = M_{ВВ} \cdot K_B \cdot 44/12, \quad (6)$$

где V_{CO_2} — годовой выброс CO_2 в весовых единицах, т/год; $M_{ВВ}$ — фактическое потребление ВВ (ЭВВ) за год, тыс. т/год; K_B — коэффициент выброса углерода тС/1000 тВВ, рассчитывается по формуле:

$$K_B = \omega_{дв} \omega(C) \cdot 1000, \quad (7)$$

где $\omega_{дв}$ — массовая доля действующего вещества (тротила, тиомочевина, этиленгликоля) в составе ВВ; $\omega(C)$ — массовая доля углерода в составе действующего вещества.

Степень неопределенности результатов расчетов зависит от качества и полноты исходных данных, состояния научных знаний рассматриваемой области. Неопределенность характеризуется как параметр, ассоциируемый с результатом количественного определения, который устанавливает вероятный или предполагаемый разброс значений, относящихся к количественной величине, и качественное описание вероятных причин разброса.

С целью обеспечения достоверности данных о выбросах парниковых газов, в соответствии с рекомендациями МГЭИК [6, 7], предполагается оценка неопределенности полученных результатов.

Результаты определения количества выбросов парниковых газов в секторах "Энергетика" и "Промышленные процессы и использование продукции" получены на основе данных о деятельности предприятия и ежегодной отчетности о расходе топливных и иных углеродсодержащих материалов. Содержание углерода в составе топлива определяется путем количественного химического анализа по утвержденным методикам, включающим оценку неопределенности полученных результатов. Для установления содержания



углерода и иных компонентов, обуславливающих выбросы парниковых газов, используются данные о составе применяемых материалов (паспорта качества, нормативные требования — ГОСТ, ТУ и др.). В связи с этим неопределенность оценки углекислого газа в названных секторах может быть определена как "низкая" и в процентном выражении оценена на уровне до 10 %.

Методические указания, разработанные в АК "АЛРОСА", прошли экспертизу в научно-исследовательском институте "НИИ Атмосфера", внесены в "Перечень методик, используемых для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух" и допущены к использованию в Российской Федерации.

Разработанные методические указания внедрены и применяются структурными подразделениями АК "АЛРОСА" для расчетов выбросов углекислого газа с целью обеспечения полноты ежегодной отчетности АК "АЛРОСА" (ПАО) в области устойчивого развития G4 Global Reporting Initiative (GRI). Выполненная работа дала возможность объективно оценить количественные выбросы углекислого газа структурными подразделениями Компании и найти решения в вопросах экологической направленности, которые являются для АК "АЛРОСА" (ПАО) приоритетными.

Определение других парниковых газов было выполнено в ходе второго этапа работы с помощью "Методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации", утвержденных Распоряжением Минприроды РФ № 15-р от 16.04.2015 [8] и адаптированных для условий производственной деятельности структурных подразделений Компании.

Количественная оценка парниковых газов, выделяющихся в результате производственной деятельности АК "АЛРОСА" (ПАО) впервые была выполнена по итогам 2014 г. Общее количество выбросов парниковых газов в атмосферу в эквиваленте CO₂ в результате производственной деятельности структурных подразделений АК "АЛРОСА" в 2014 г. составило 868 382,98 т. В том числе: прямых выбросов CO₂ — 856 040,35 т; других ПГ (CH₄, N₂O, гидрофторуглеродов) — 12 342,63 т.

Удельное значение выбросов углекислого газа в атмосферу на 1 т обработанной горной массы составило 0,006 т/т и на карат готовой продукции — 0,028 т/карат.

На основании выполненной работы можно сделать выводы:

1. Основными источниками выбросов углекислого газа в атмосферу являются следующие процессы:

— стационарное сжигание топлива — 60,7 %;

— сжигание топлива ДВС автотранспортных средств — 34,9 %;

— прочие процессы (взрывные, сварочные работы, использование средств пожаротушения и хладагентов, сжигание отходов и др.) — 4,4 %.

2. Основными источниками выбросов углекислого газа в атмосферу являются следующие группы предприятий:

— предприятия теплоэнергетики — 39,8 %;

— горно-обогатительные комбинаты — 44,3 %;

— транспортно-снабженческий комплекс — 8,2 %;

— геологоразведочные экспедиции — 6,0 %;

— прочие группы предприятий — 1,7 %.

Несмотря на то что в структурных подразделениях АК "АЛРОСА" (ПАО) задействовано значительное число автотранспортных средств, наибольший вклад в общее количество выбросов углекислого газа в атмосферу вносит процесс стационарного сжигания топлива предприятиями теплоэнергетики.

В рамках выполнения работы определен и обоснован базовый год, по отношению к которому Компания примет обязательство не превышать уровень выбросов ПГ. Выполненная инвентаризация источников выбросов ПГ позволила наметить ряд мероприятий, реализация которых позволит Компании к 2020 г. сократить выбросы до уровня 75 % по отношению к базовому году во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 30 сентября 2013 г. № 752 "О сокращении выбросов парниковых газов" [9]. В числе данных мероприятий — перевод автотранспортных средств и ряда котельных установок для выработки теплоты и электроэнергии на более экологичные виды топлива (природный газ, сжиженный и компримированный природный газ).

Контроль и сокращение выбросов парниковых газов регламентируются обязательствами Компании в области охраны окружающей среды, принятыми в рамках экологической политики, утвержденной Наблюдательным советом АК "АЛРОСА" (ПАО) в 2013 г.

Список литературы

1. **Протокол** к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. — Киото, 1997.
2. **Руководящие принципы** национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006. Том 1. Глава 8.
3. **Методические указания** по расчету объемов выбросов углекислого газа стационарными и передвижными источниками предприятий АК "АЛРОСА" (ОАО) / Институт "Якутнипроалмаз". Н. Е. Кулинич, В. А. Кожин. Мирный, 2014.
4. **Методика** определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 гкал в час. — М., 1999.

5. **Методическое пособие** по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное) / НИИ "Атмосфера". — СПб., 2012.
6. **Руководящие указания** по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов / МГЭИК, 2001.
7. **Руководящие принципы** национальных инвентаризаций парниковых газов / МГЭИК, 2006. Том 1. Глава 3.
8. **Методические рекомендации** по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации. — М., 2015.
9. **Указ** Президента Российской Федерации от 30 сентября 2013 г. № 752 "О сокращении выбросов парниковых газов". — М., 2013.

I. V. Zyryanov, Deputy Director, e-mail: ZyryanovIV@alrosa.ru, **N. E. Kulinich**, Head of Laboratory, **E. V. Seryedkina**, Research Associate, Institute "Yakutniproalmaz" of "ALROSA" PJSC, Mirny

Inventory of Sources of Greenhouse Gas Emissions in ALROSA PJSC

Guidelines for calculation of carbon dioxide emissions resulting from energy and industrial activities related to diamond mining, as well as during disposal of industrial waste at structural divisions of ALROSA PJSC were developed by "Yakutniproalmaz" Institute. Inventory of sources of greenhouse gas emissions was carried out. Calculations of carbon dioxide emissions in 2014 were made using the data on activities of enterprises, estimated and substantiated factors of greenhouse gas emissions and carbon oxidation coefficients, as well as uncertainty estimate of the results.

Keywords: ALROSA PJSC, research work, greenhouse gases, carbon dioxide, inventory of emission sources, greenhouse gas emission coefficient, carbon oxidation coefficient

References

1. **Protocol** to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Kyoto, 1997.
2. **Guidelines** for national greenhouse gas inventories of the IPCC, 2006. Vol. 1. Chapter 8.
3. **Guidelines** for calculation of carbon dioxide emissions by stationary and mobile sources of ALROSA (PJSC) facilities. "Yakutniproalmaz" Institute. N. E. Kulinich, V. A. Kozhin. Mirny, 2014.
4. **Method** of determining pollutants emissions into atmosphere from fuel combustion in boilers with capacities of less than 30 tons of steam per hour or less than 20 Gcal per hour. Moscow, 1999.
5. **Guidelines** for calculation, regulation and control of contaminants emissions into the atmosphere (revised and corrected). SRI Atmosphere, St. Petersburg, 2012.
6. **Guidelines** for effective practice and uncertainties management in national greenhouse gas inventories, IPCC, 2001.
7. **Guidelines** for national greenhouse gas inventories of IPCC, 2006. Vol. 1. Chapter 3.
8. **Guidelines** for voluntary inventory of greenhouse gas emissions volumes in the Russian Federation. Moscow, 2015.
9. **The Edict** of the President of the Russian Federation of 30 September 2013, N 752 "On reduction of greenhouse gas emissions". Moscow, 2013.



Девятая межрегиональная специализированная выставка ГАЗ. НЕФТЬ. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ — КРАЙНЕМУ СЕВЕРУ

17—18 марта 2016 года

г. Новый Уренгой, Деловой центр "ЯМАЛ", ул. Юбилейная, 5

Выставка проводится в рамках Новоуренгойского газового форума "Газ. Нефть. Новые технологии — Крайнему Северу"

В программе форума будут обсуждаться вопросы, посвященные формированию объемов и ассортимента материалов и техники, необходимых для потребностей нефтегазового комплекса региона, учитывая актуальную проблему импортозамещения, взаимовыгодному обмену опытом и технологиями производства между предприятиями.

Кроме того, будут осуждаться следующие вопросы:

Промышленная безопасность. Охрана труда и техника безопасности. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность. Очистка сточных вод. Предупреждение загрязнений воздушной среды. Реабилитация загрязненных территорий и акваторий и другие вопросы.

Телефон: (383) 335-63-50

E-mail: Elena.K@ses.net.ru



В. В. Кирсанов, д-р техн. наук, проф. кафедры, e-mail: vvkirsanov@gmail.com, КНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева

Способ обеззараживания патогенной микрофлоры сточной воды активным илом как альтернатива химическим реагентам

В статье приведен результат исследований по определению оптимальной схемы и параметров безреагентного обеззараживания патогенной микрофлоры сточной воды при помощи активного ила, проведенных на биологических очистных сооружениях ОАО "Казаньоргсинтез". Приводится технологическая схема трехстадийного обеззараживания и параметры процесса, позволяющие исключить образование токсичных, мутагенных хлорорганических соединений в воде при хлорировании и достичь высокой эффективности обеззараживания.

Ключевые слова: активный ил, сточные воды, бытовые сточные воды, производственные сточные воды, обеззараживание, стадии, схема, эффективность, бактерии, патогенная микрофлора, биологические очистные сооружения, антагонизм, санитарные нормы

В природных условиях давно известны антагонистические взаимоотношения между сапрофитной микрофлорой почвы, воды и большинством патогенных или условно патогенных для человека микроорганизмов.

Задачей практического использования в области обеззараживания сточных вод естественного антагонизма микроорганизмов является выявление антагонистических взаимоотношений и определение *степени антагонизма*, которая обусловлена санитарным потенциалом микроорганизмов, зависящим от конкурентных отношений за источник питания. Известно, что после контакта с активным илом (АИ) количество бактерий группы кишечной палочки, обнаруженных в надилловой жидкости, снижается в 3–5 раз по сравнению с числом этих же бактерий, обнаруженных в исходном субстрате, т. е. проявляется естественная способность АИ воздействовать на бактерии группы кишечной палочки и уменьшать их численность [1, 2].

Санитарно-бактериологический эффект АИ обеспечивается его сорбционной способностью, которая, в свою очередь, обуславливается зооглейной структурой микробных ассоциаций.

Недостатком известного способа, основанного на антагонизме микроорганизмов, является то, что санитарные показатели очищенных сточных вод не соответствуют требованиям, предъявляемым санитарно-эпидемиологическим надзором.

В каждом конкретном случае биоочистки сточных вод существует свой "набор" технологических параметров биотического и абиотического происхождения, поэтому для достижения необходимой степени санитарно-гигиенической безопасности

необходимо предварительно исследовать различные режимы работы биостанций и определить максимально эффективный [3].

Для определения степени обеспечения максимальной эффективности обеззараживания бытовых сточных вод (далее БС) экспериментально в лабораторно-промышленных условиях на базе крупного химического предприятия ОАО "Казаньоргсинтез" автор с группой специалистов цеха биологического очистного сооружения (БОС) и Казанской медицинской академии устанавливали оптимальное соотношение следующих основных абиотических факторов — *дозы АИ, объема АИ, времени контакта с АИ, концентрации кислорода, соотношений объемов БС и АИ, производственных сточных вод (далее ПС или химсток)* на различных этапах (стадиях) обеззараживания [4]. Количество этапов (стадий) определяли экспериментально по мере достижения максимально возможной эффективности (не менее 99 %) обеззараживания и требований санитарных правил.

На *первой стадии* обеззараживания осуществлялся первичный контакт БС и АИ в аэрируемой емкости. При времени контакта 90 мин и концентрации кислорода 5 мг/л результаты эффективности обеззараживания на первой стадии представлены в табл. 1.

Увеличение объема АИ свыше 50 % и концентрации более 6,0 г/л не влияет на эффективность обеззараживания. Излишне внесенное количество АИ при недостатке питательного субстрата приводит к автолизу клеток бактерий сапрофитов, в результате чего устанавливается равновесие в системе. Время контакта АИ с патогенной микрофлорой, в течение

Зависимость эффективности обеззараживания от концентрации АИ

Концентрация АИ, г/л	1,2	2,1	3,8	5,1	6,0	6,8
Объем АИ, %	10	20	30	40	50	60
ОКБ* в БС, КОЕ**/100 мл	$2 \cdot 10^4$					
ОКБ в БС после первой стадии обеззараживания, КОЕ/100 мл	$1,2 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	$8,1 \cdot 10^3$
Эффективность обеззараживания по ОКБ, %	40	50	55	55	60	60
ТТБ*** в БС, КОЕ/100 мл	$1,8 \cdot 10^4$					
ТТБ в БС после первой стадии обеззараживания, КОЕ/100 мл	$1,1 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^4$	$8,9 \cdot 10^3$	$8,9 \cdot 10^3$	$7,9 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$
Эффективность обеззараживания по ТТБ, %	39	44	50	50	56	56

*ОКБ – общие колиформные бактерии.
 **КОЕ – колонии образующие единицы.
 ***ТТБ – термотолерантные бактерии.

Таблица 2

Зависимость эффективности обеззараживания от времени контакта

Время контакта, мин	30	60	90	120
ОКБ в исходных БС, КОЕ/100 мл	$3 \cdot 10^4$			
ОКБ после обеззараживания, КОЕ/100 мл	$2 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$
Эффективность обеззараживания, %	33	40	60	60

Таблица 3

Зависимость эффективности обеззараживания от концентрации кислорода

Концентрация растворенного O_2 , мг/л	0,5	2	3	5
ОКБ в исходных БС, КОЕ/100 мл	$3 \cdot 10^4$			
ОКБ после обеззараживания, КОЕ/100мл	$3 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$
Эффективность обеззараживания, %	0	6,7	60	60

которого эффективность обеззараживания максимальна, определяли по показателю ОКБ (при оптимальной дозе АИ 6 г/л и объеме АИ 50 %) (табл. 2).

Максимальная эффективность обеззараживания достигается при времени контакта не менее 90 мин. Концентрацию кислорода для эффективного процесса обеззараживания определяли по показателю ОКБ [3]. Кислород при первичном контакте на первой стадии обеззараживания потребляется на окисление органических загрязнений, в том числе патогенной микрофлоры, что подтверждается в некоторых случаях снижением ОКБ (табл. 3).

Эффективность обеззараживания БС на первой стадии достигает 60 %, что не отвечает

требованиям санитарно-гигиенических правил. Оптимальными условиями первой стадии обеззараживания БС являются: содержание АИ — 50 % по объему; время контакта БС и АИ — 90 мин; концентрация кислорода в смеси БС и АИ — не менее 3 мг/л.

На второй стадии обеззараживания осуществляют повторный контакт смеси БС и АИ со свежей порцией АИ и с добавлением производственного стока (ПС). Параметры и результаты второй стадии процесса обеззараживания показаны в табл. 4.

Максимальная эффективность обеззараживания БС на второй стадии достигнута при

Таблица 4

Зависимость эффективности обеззараживания от соотношения АИ и ПС

Объем смеси АИ и БС, %	45	45	45
Объем свежего АИ, %	10	20	30
Объем ПС, %	45	35	25
ОКБ в смеси после первой стадии обеззараживания, КОЕ/100 мл	$8 \cdot 10^3$		
ОКБ в смеси после второй стадии обеззараживания, КОЕ/100 мл	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$
Эффективность обеззараживания по ОКБ, %	75	50	37,5
ТТБ в смеси после первой стадии обеззараживания, КОЕ/100 мл	$7,9 \cdot 10^3$		
ТТБ в смеси после второй стадии обеззараживания, КОЕ/100 мл	$2 \cdot 10^3$	$3,9 \cdot 10^3$	$4,8 \cdot 10^3$
Эффективность обеззараживания по ТТБ, %	75	51	39,2



Таблица 5

Зависимость эффективности обеззараживания от объема АИ

Объем АИ, %	50	60	70	80	90
ОКБ в поступающем стоке, КОЕ/100мл			$2 \cdot 10^3$		
ОКБ в очищенном стоке, КОЕ/100 мл	800	55	52	50	50
ТТБ в поступающем стоке, КОЕ/100 мл			$2 \cdot 10^3$		
ТТБ в очищенном стоке, КОЕ/100 мл	800	19	16	13	11
Эффективность по ОКБ, %	60	97,2	97,4	97,5	97,5
Эффективность по ТТБ, %	60	99	99,2	99,3	99,4

Таблица 6

Эффективность обеззараживания БС

Показатель	БС, КОЕ/100 мл	Очищенный сток после обеззараживания хлорированием, КОЕ/100 мл	Эффективность, %	Очищенный сток после обеззараживания по разработанной трехстадийной схеме, КОЕ/100 мл	Эффективность, %	Норма, КОЕ/100 мл
ОКБ	Min $6 \cdot 10^3$ Max $1 \cdot 10^6$	Min $4 \cdot 10^2$ Max $8 \cdot 10^2$	93,3 99,0	Min $1 \cdot 10^2$ Max $4 \cdot 10^2$	97,5 99,9	500
ТТБ	Min $6 \cdot 10^3$ Max $6 \cdot 10^5$	Min $4 \cdot 10^1$ Max $3 \cdot 10^2$	99,3 99,9	Min $2 \cdot 10^1$ Max $1 \cdot 10^2$	99,4 99,9	100

соотношении объемов потоков "смеси АИ и БС : свежий АИ : ПС" в соотношении 45:10:45. Комплексное воздействие АИ и ПС повышает эффективность обеззараживания до 75 %.

На третьей стадии обеззараживания в аэротенки подавали смесь БС с АИ и ПС и добавляли свежие порции АИ и ПС. Эффективность обеззараживания БС на третьей стадии в аэротенках показана в табл. 5.

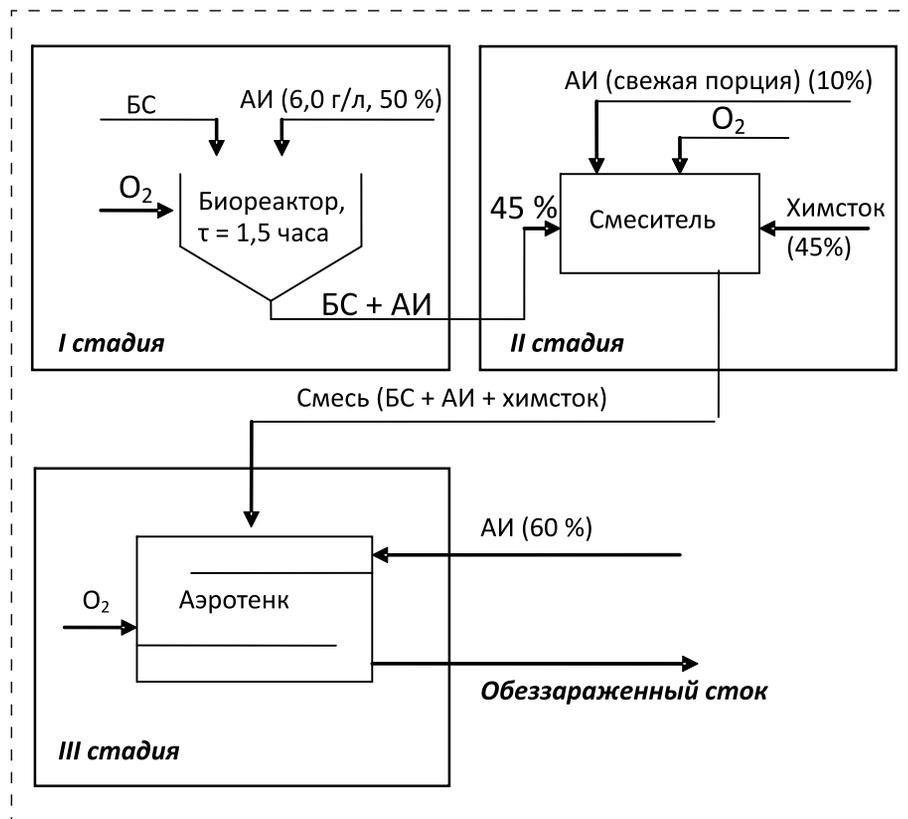


Схема трехстадийного обеззараживания сточных вод

Эффективность обеззараживания БС по разработанному способу достигает по ОКБ — 97,5 %, по ТБ — 99,4 % (при обеззараживании хлором ОКБ — 93,3 %, ТБ — 99,3 % (табл. 6).

Как видно из таблицы, эффективность обеззараживания сточных вод активным илом по разработанной трехстадийной схеме (см. рисунок) выше, чем обеззараживание хлорированием и удовлетворяет санитарно-гигиеническим и экологическим требованиям для сброса очищенных сточных вод в водоем [5].

Предложенная и реализованная схема безреагентного обеззараживания позволила отказаться от применения хлора и, соответственно, избежать образования токсичных, мутагенных и канцерогенных хлорорганических соединений.

Список литературы

1. **Микробиология** загрязненных вод / Под ред. Р. Митчелл. Пер. с англ. — М.: Медицина, 1976. — 319 с.
2. **Иванов А. В.** Побочные эффекты обеззараживания воды хлором // Информационный бюллетень ГК РТ СЭН. — 1995. — № 5. — 43 с.
3. **Кирсанов В. В.** Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках:

Монография / Под ред. А. Н. Глебова. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. — 264 с.

4. **Кирсанов В. В.** Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т. I. Процессы и аппараты защиты гидросферы. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. — 496 с.
5. **Патент РФ № 2008120441.** Способ комплексного обеззараживания бытового стока / В. В. Кирсанов, В. Н. Кудряшов, Р. Р. Гафуров, Р. Х. Хузаянов, Е. В. Гицарева, А. А. Смолко. 2008.

V. V. Kirsanov, Professor, e-mail: vvkirsanov@gmail.com, Kazan National Research Technical University — KAI

A Method of Disinfecting Sewage Pathogenic Microorganisms Activated Sludge as an Alternative to Chemical Agents

The article describes the results of studies to determine the optimal scheme and the parameters of non-reagent disinfection of pathogenic organisms wastewater using activated sludge conducted on biological treatment facilities of JSC "Kazanorgsintez". 3 provides a flow diagram of phasic and decontamination process parameters so as to avoid the formation of toxic, mutagenic organochlorine compounds in water chlorination and disinfection to achieve high efficiency.

Keywords: *activated sludge, sewage, domestic sewage, industrial sewage, disinfection, stage, scheme, efficiency, bacteria, pathogenic microflora, biological treatment plants, antagonism, sanitary norms*

References

1. **Микробиология** zagrjaznennyh vod / Pod red. R. Mitchell. Per. s angl. M., medicina, 1976. 319 p.
2. **Ivanov A. V.** Pobochnye jeffekty obezrazhivaniya vody hlorom. *Inf. bjul. GK RT SJeN.* 1995. No. 5. 43 p.
3. **Kirsanov V. V.** Teoreticheskie i prakticheskie aspekty biologicheskoy ochistki stochnyh vod v ajerotenkah: monografija. Pod red. A. N. Glebova. Kazan': Izd-vo Kazan. gos.tehn.un-ta, 2010. 264 p.

4. **Kirsanov V. V.** Sovremennye tehniko-tehnologicheskie metody zashhity okruzhajushhej sredy. T. I. Processy i apparaty zashhity gidrosfery. Kazan: Izd-vo Kazan. gos. tehn. un-ta, 2012. 496 p.
5. **Patent RF No. 2008120441.** Sposob kompleksnogo obezrazhivaniya bytovogo stoka / V. V. Kirsanov, V. N. Kudrjashov, R. R. Gafurov, R. H. Huzajanov, E. V. Gicareva, A. A. Smolko. 2008.



**22-я Международная выставка
технических средств охраны и оборудования
для обеспечения безопасности и противопожарной защиты**

**14-17 марта 2016
Москва, ЦВК "Экспоцентр", Павильоны № 2, 8**

Разделы выставки

Видеонаблюдение	Противопожарная защита
Контроль доступа	Сигнализация и оповещение
Охрана периметра	Системы автоматизации зданий (Умный дом)

Выставку MIPS / Securika сопровождает насыщенная деловая программа: тематические конференции, профессиональные конкурсы, семинары, презентации. Ключевое мероприятие деловой программы — MIPS Forum, посвященный обсуждению актуальных вопросов безопасности, знакомству с передовой мировой практикой и успешному применению последних российских и зарубежных технологий.

Подробнее:

<http://www.securika-moscow.ru>

УДК 628.474.33

В. И. Водяник, д-р техн. наук, проф., e-mail: vodjaniksochi@rambler.ru,
Сочинский государственный университет

Твердые отходы следует все-таки сжигать

Обосновывается, что современные технологии обращения с твердыми отходами, наряду с извлечением из них всех компонентов, пригодных для повторного использования, должны предусматривать высокотемпературное сжигание неутилизованных остатков. К захоронению на полигонах можно допускать только продукты сжигания (золу или шлаки) и минеральные отходы, содержащие не более 3...5 % органики.

Ключевые слова: твердые отходы, высокотемпературное сжигание, минерализация, утилизация

Развитие современного крупного города связано с необходимостью решения многих экологических проблем, и одна из них — проблема удаления твердых бытовых отходов. В различных городах она решается по-разному. Интересно, по мнению автора, проследить, как этот вопрос решается в российском городе Сочи. Это тем более интересно, что Сочи при подготовке к "Олимпиаде-2014" старались представить перед всем миром с самой лучшей стороны во всех отношениях. Вот и проблему удаления твердых бытовых отходов задумали решить наилучшим образом. Тем более что государство на благоустройство Сочи денег не жалело.

Было время, когда в Сочи работал мусоросжигательный завод, от которого в начале 1990-х гг. пришлось отказаться, так как он своими дымовыми газами отравлял воздух даже в центре города. С тех пор в глазах населения и даже широкого круга специалистов технология сжигания отходов себя сильно дискредитировала. После этого длительное время мусор просто захоранивали на специальном полигоне, или, проще говоря, на Адлерской свалке, расположенной в ущелье ручья, впадающего в реку Малая Херота, которая через несколько десятков метров впадает в Большую Хероту, а та, в свою очередь, примерно через 3 км впадает в Черное море. Это тоже было связано с другими весьма негативными экологическими последствиями: во-первых, из-под свалки в реку Херота, а затем в море вытекала грязная вода с продуктами гниения мусора, а во-вторых, мусор часто возгорался, и своими очень вредными продуктами неполного сгорания (тления) свалка отравляла атмосферу близлежащих населенных пунктов.

Теперь Адлерская свалка закрыта и рекультивирована, а для очистки все еще вытекающей из-под нее грязной воды перед сбросом в Хероту построены

локальные очистные сооружения. И сейчас считается, что "мусорная" проблема в Сочи решена кардинально. А решена она следующим образом.

Теперь в городе уже работает мусороперерабатывающий (не мусоросжигательный) завод, на котором мусор сортируется, т. е. из него извлекаются бумага, пластмасса, черные и цветные металлы для их последующего использования в качестве вторичного сырья. А остальное вывозится на захоронение. Но в качестве, так сказать, последнего слова науки и техники эту "хвостовую" часть мусора уплотняют на специальных прессах и захоранивают в виде плотных, почти обезвоженных брикетов, причем для защиты от влаги штабель из брикетов укрывают полиэтиленовой пленкой. Такие брикеты сначала накапливают на территории завода и периодически вывозят железнодорожным транспортом на постоянное захоронение подальше от города — в отдаленную сельскую местность, в частности, в Белореченский район Краснодарского края.

Но то, что выбор другого, более удаленного от города места захоронения отходов вообще не является решением вопроса, а всего лишь "перенесением" проблемы с одного места на другое, доказывать не стоит — это очевидно. А вот вопрос прогрессивности технологии брикетирования твердых отходов перед их захоронением следует обсудить. Как на важный положительный результат такой новейшей технологии указывается на то, что в таком брикетированном и укрытом виде мусор, во-первых, будет занимать во много раз меньше места, а во-вторых, он будет разлагаться очень медленно.

В отношении того, что он будет занимать меньше места — это несомненно, а в отношении малой скорости разложения — весьма сомнительное преимущество! Чем медленнее будут разлагаться,

т. е. минерализоваться, отходы, тем больше их со временем будет накапливаться в местах захоронения. Идти по этому пути, значит откладывать проблему на будущее, но не решать ее. Ведь не зря же говорят, например, о полиэтилене, как об экологически вредном материале, именно потому, что отходы из него в естественных условиях могут сохраняться сотни лет. Целенаправленно придавая и другим отходам "долгоживучесть", мы проблему их захоронения только усугубляем.

Представляется очевидным как раз обратный подход: чем быстрее будет происходить минерализация отходов в естественных условиях, тем лучше. Можно даже сформулировать закон: *мусор должен минерализоваться с такой скоростью, с какой он образуется.*

Для этого все, что не может быть использовано в качестве вторичного сырья, по мнению автора, необходимо все-таки сжигать. Противники сжигания отходов ссылаются на вредность газообразных продуктов сгорания и соответствующее загрязнение атмосферы. Но ведь и гниение огромной массы брикетированного мусора, скопившегося за десятки лет, тоже будет происходить с выделением вредных продуктов (жидких и газообразных), и они тоже будут попадать в окружающую среду.

А эффективность и "экологичность" сжигания отходов в значительной мере определяются технологическими параметрами этого процесса и культурой обслуживания соответствующего очистного оборудования. На это указывает и отрицательный опыт эксплуатации бывшего Сочинского мусоросжигательного завода: вместо предусмотренной по технологическому регламенту температуры в печи не ниже 900 °С она была значительно ниже 800 °С, что объяснялось большой влажностью мусора и его малой теплотворной способностью. А при низких температурах в таких печах образуются даже диоксины и фураны — наиболее опасные экотоксины. Кроме того, имела место весьма низкая культура обслуживания имевшегося газоочистного оборудования, в частности, имевшиеся электрофильтры работали по существу в качестве осадительной камеры.

Основной довод в пользу сжигания отходов, по мнению автора, состоит в том, что процессом сжигания можно управлять и осуществлять контроль над ним, а все образующиеся при этом вредные соединения можно улавливать, в то время как процесс естественного разложения (гниения) уплотненных и упакованных отходов будет неуправляемым и практически неконтролируемым.

Итак, эффективность и "экологичность" процесса сжигания во многом зависит от температуры

в печи: чем она выше, тем более полно будет осуществляться пиролиз всей органики, содержащейся в мусоре, тем "безвреднее" будут конечные продукты сгорания и, следовательно, тем проще и эффективней их затем можно очищать перед выбросом в окружающую среду. Уже сейчас в нашем распоряжении имеется весьма широкий набор и способов, и устройств очистки газовых выбросов. В дальнейшем можно ожидать появление новых, еще более совершенных технических средств для этих целей, и они могут внедряться в практику.

При этом не следует излишне большое значение придавать экономической стороне вопроса, и поэтому не стоит, как это имело место ранее, полагаться на теплотворную способность мусора и рассматривать его как "самодостаточное" топливо. Температуру не ниже 1100...1200 °С следует поддерживать путем добавления природного газа. А полученную теплоту уже из экономических соображений, конечно, можно использовать или для горячего водоснабжения, или для получения электроэнергии.

Что касается ссылки на высокую влажность и низкую теплотворную способность мусора, то хотелось бы сослаться на известную и уже применяемую технологию сжигания кубовых остатков и сточных вод на предприятиях химической промышленности. Конечно, говоря о сжигании применительно к воде, надо дать пояснения. Дело вот в чем. Высокая концентрация особо вредных и совершенно неприемлемых для биоты аэротенков очистных сооружений вынудило пойти по пути сжигания, и он оказался перспективным (а может быть даже, единственно возможным). Технология проста: в печи путем сжигания природного газа создается высокая температура, а сточная вода подается в тонко распыленном виде, вода испаряется, а вся содержащаяся в ней органика сгорает.

Известны также уже разработанные и апробированные технологии сжигания мусора в так называемых печах Ванюкова, когда в них за счет дутья воздуха, обогащенного кислородом, температура достигает 1400 °С. При этом происходит практически полный пиролиз всей органики, а негорючие компоненты отходов образуют не золу, как в других печах, а остеклованный шлак.

Не следует также ожидать большой экономической выгоды от утилизации и сдачи в качестве вторсырья части отходов. Ее может и не быть. Существующие крупнотоннажные производства и бумаги, и пластмассы из природного сырья могут оказаться в этом смысле более эффективными и экономически выгодными. Главной здесь является экологическая сторона проблемы: чем меньше мы будем сжигать, тем больше будем экономить (сберегать) природные ресурсы, и тем меньше



будем загрязнять окружающую среду. По мере обострения экологических проблем на планете (а именно это и происходит в настоящее время) экономика должна начинать "уступать" экологии.

В составе твердых бытовых отходов современного города ~30 % бумаги и картона, ~7 % древесины и листьев, ~8 % пластмассы, около 5 % металлов. Так что мимо печи может быть направлена значительная часть отходов.

А золу и шлаки после сжигания уже можно захоранивать на специальных полигонах (на свалках), на которые можно вывозить также и отходы, содержащие органики не более 3...5 %, например, строительный мусор. Отходам, в которых органики больше 5 %, путь на свалку — только через печь сжигания!

Таким образом, только создание мусороперерабатывающего завода, на котором осуществляется сортировка и подготовка к сдаче вторсырья, и мусоросжигательного завода для высокотемпературного пиролиза оставшейся части мусора кардинально решит проблему удаления постоянно увеличивающегося объема бытовых отходов современного города.

Здесь речь шла только о бытовых отходах. Проблема утилизации промышленных отходов весьма специфична в связи с уникальностью их состава для каждого конкретного предприятия, но и для промышленных отходов, содержащих органику, самым эффективным может быть сжигание, и нужно будет только решить вопрос о температуре в печи и о наборе газоочистного оборудования.

V. I. Vodyanik, Professor, e-mail: vodjaniksochi@rambler.ru, Sochi State University

Solid Waste Should Still Burn

Modern technologies of solid waste, along with the extraction of all components suitable for reuse, should include high-temperature combustion of unutilized balances. The burial may be allowed only combustion products (fly ash or slag) and mineral wastes containing not more than 3...5 % organic matter.

Keywords: solid waste, incineration, salinity, disposal

УДК 678.7:628.39

М. З. Гулак, препод., А. А. Шайхутдинова, канд. техн. наук, доц.,
e-mail: varvarushka@yandex.ru, Оренбургский государственный университет

Способ получения высококачественных древесно-полимерных композитов методом промышленной экструзии

В статье приведены данные анализа по образованию, накоплению и использованию отходов, образующихся в результате хозяйственной деятельности. Предложена кластерная классификация промышленных отходов различных производств. Отмечено, что перспективным направлением утилизации отходов является получение композиционных материалов из отходов химического производства, пищевых и деревообрабатывающих производств (опилки, отруби, лузга). Предложен процесс промышленной экструзии многокомпонентных смесей из отходов различных производств.

Ключевые слова: экструдирование, многокомпонентная смесь, древесно-наполненные полимерные композиты, композиционные материалы, пресс-экструдер, отходы химической промышленности, отходы пищевых производств, отходы деревообрабатывающей промышленности

Решение технологических вопросов, связанных с появлением и утилизацией отходов, вносит свой вклад в сохранение окружающей среды. В различных отраслях промышленности в настоящее время

аккумулируется и не перерабатывается огромное количество отходов. Основную массу отходов составляют отходы химических производств. Сбор и переработка полимерных материалов должным

Количество отходов, образовавшихся на территории Оренбургской области в период с 2005 по 2012 г.

Год	Количество отходов по классам опасности, млн т				
	I	II	III	IV	V
2005	0,00003	0,0004	3,3	2,44	44,67
2006	0,00002	0,000457	1,395	2,527	57,217
2007	0,000024	0,000437	0,255	146,667	126,475
2008	0,000037	0,0152	0,091	2,435	52,584
2009	0,000045	0,000465	0,120812	3,351620	59,318474
2010	0,000029	0,169	0,358	2,44	45,656
2011	0,00003	0,155	0,283	—*	—*
2012	0,000012341	0,073843	0,112511	0,068086	60,241002

* Данные в открытой печати отсутствуют или их невозможно отыскать, по независящим от авторов причинам.

образом не осуществляются, все полимерные отходы скапливаются на свалках. Эти отходы не подвергаются гниению, коррозии и имеют длительный период распада.

Актуальность комплексной утилизации отходов химической промышленности путем переработки в строительные материалы и изделия связана в первую очередь с проблемами сохранения окружающей среды, а также с проблемой ресурсосбережения.

Сводные данные по образованию, накоплению отходов, образовавшихся в результате хозяйственной деятельности на территории Оренбургской области за период с 2005 по 2012 г., по классам опасности представлены в табл. 1 и 2.

Из табл. 1 видно, что образование отходов I класса опасности в период с 2005 по 2012 г. практически не изменяется и находится в пределах от $0,1 \cdot 10^{-4}$ до $0,4 \cdot 10^{-4}$ млн т/год.

За 2005—2009 гг. количество образующихся отходов II класса опасности находится примерно на одном уровне, однако отмечается значительное увеличение их количества в 2010—2011 гг. (0,169 и 0,155 млн т соответственно), а в 2012 г. наблюдалось снижение в 2 раза по сравнению с уровнем 2011 г.

За исследуемый период с 2005 по 2012 г. по отходам III класса опасности наблюдается тенденция к снижению их в 29,3 раза, однако минимальное количество образования отмечено в 2008 г. и составляет 0,091 млн т.

По отходам IV класса опасности наблюдается следующая ситуация: с 2005 по 2010 г. количество образовавшихся отходов на территории Оренбургской области составляет 2,435...3,35162 млн т, со значительным ростом в 2007 г. (146,667 млн т). В 2012 г. наметилась тенденция к снижению количества образующихся отходов IV класса опасности, их количество составляет 0,068086 млн т.

По отходам V класса опасности отмечается нестабильная ситуация. Их количество варьируется в пределах от 44,67 до 60,241002 млн т за наблюдаемый период, со значительным ростом их образования в 2007 г. (126,475 млн т).

Анализ данных табл. 2 показал, что часть образующихся на территории Оренбургской области отходов с 2005 по 2011 г. просто накапливается, а не подвергается утилизации, переработке или обезвреживанию, что могло негативно сказаться на состоянии окружающей среды. Однако следует

Таблица 2

Количество отходов, накопленных на территории Оренбургской области в период с 2005 по 2012 г.

Год	Количество отходов по классам опасности, млн т				
	I	II	III	IV	V
2005	—*	—*	—*	—*	—*
2006	0,0000411	0,0116	162,097	20,5399	643,163
2007	0,000008	0,012	1,302	54,407	825,007
2008	0,000011	0,012	5,108	469,597	440,217
2009	0,00001	4,016	1,23	1,93	900,3
2010	0,0000106	4,132	1,18	0,989	1146,19
2011	—*	—*	—*	—*	—*
2012	0,0000027	0,000511	1,050	0,006277	1007,941

* Данные в открытой печати отсутствуют или их невозможно отыскать, по независящим от авторов причинам.

Таблица 3

Количество отходов, использованных и обезвреженных предприятиями-собственниками в период с 2005 по 2012 г.

Год	Количество отходов по классам опасности, %				
	I	II	III	IV	V
2005	—*	—*	—*	—*	—*
2006	25,9	5,8	1,6	4,0	16,5
2007	0,1	4,7	7,0	13,2	8,1
2008	0	0,1	96	71,3	11,1
2009	—*	—*	—*	—*	—*
2010	—*	—*	—*	—*	—*
2011	221,9	0,1	123	—*	—*
2012	—*	—*	—*	—*	—*

*Данные в открытой печати отсутствуют или их невозможно отыскать, по независящим от авторов причинам.

отметить положительную тенденцию в 2012 г. по сравнению с уровнями предыдущих лет.

Данные табл. 3 дают представление как собственники производства используют образовавшиеся отходы. На основании данных за три года с 2006 по 2008 г. видно, что по отходам I и II классов опасности наблюдается тенденция снижения их использования и обезвреживания. Значительный рост утилизации отходов I класса опасности отмечен в 2011 г. (количество использованных и обезвреженных отходов составило 221,9 %).

По отходам III и IV класса опасности наблюдается обратная ситуация: доля их утилизации увеличивается за исследуемый период.

По отходам V класса опасности в 2007 г. отмечено снижение использования в 2,03 раза, а в 2008 г. — увеличение в 1,37 раза.

Для эффективной переработки различных видов отходов необходимо производить четкую классификацию отходов и методов переработки для нахождения наиболее оптимальных вариантов решения проблем утилизации (составления комплексных методов переработки).

Для реализации задачи утилизации отходов химической, пищевой и деревообрабатывающей

промышленности совместно Научно-исследовательским и проектным институтом экологических проблем и Оренбургским государственным университетом разработана кластерная классификация промышленных отходов различных производств (рис. 1).

Цель классификации отходов — обеспечить единый порядок учета и систематизации отходов, чтобы уменьшить их вредное влияние на состояние окружающей среды, здоровье и жизнь людей, а также имущество и интересы физических и юридических лиц. Классификация отходов выполнена для видов отходов по опасности, фракционному составу, происхождению, источнику и скорости их образования, форме материальной субстанции и по возможности переработки.

Отходы представляют собой неоднородные по химическому составу, сложные поликомпонентные смеси веществ, обладающих разнообразными физико-механическими свойствами. Воздействие отходов на окружающую среду зависит от качественного и количественного состава. В связи с этим вопросы подготовки и переработки отходов производства и потребления приобретают особое значение.

Перспективным направлением утилизации является получение композиционных материалов, которые могут быть использованы как строительные материалы.

Композиционные материалы — это многокомпонентные материалы, состоящие из пластичной основы (матрицы) и наполнителей, играющих укрепляющую и некоторые другие роли.

Матрицами в композиционных материалах являются металлы, полимеры, цементы и керамика. В качестве наполнителей используются самые разнообразные искусственные и природные вещества в различных формах (крупноразмерные, листовые, волокнистые, дисперсные, мелкодисперсные, микродисперсные, наночастицы).

Наполнитель, как правило, определяет прочность, жесткость и деформируемость композиционного материала, а матрица обеспечивает его монолитность, передачу напряжений и стойкость к различным внешним воздействиям.

В качестве основного компонента (или матрицы) в ходе проведенных исследований применялись полимеры — полиэтилен и полипропилен. В качестве добавок к основному компоненту композиционного материала предлагается большая группа отходов — пищевых (отруби, лузга) и деревообрабатывающих (опилки) производств. В настоящее время отходы пищевых производств либо просто сливаются в связи с невозможностью предприятия их перерабатывать,

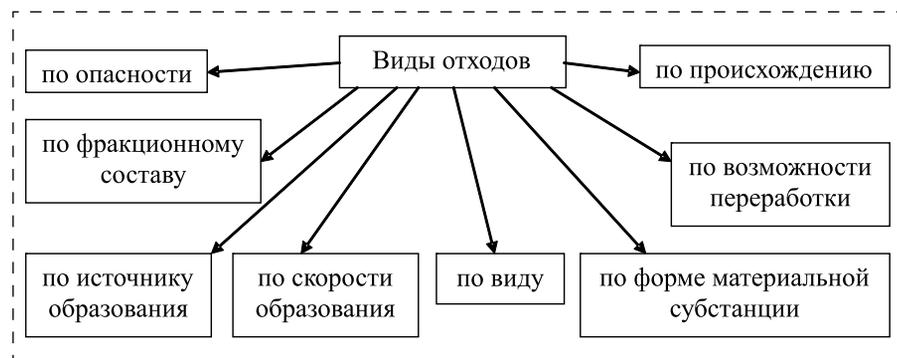


Рис. 1. Кластерная классификация видов отходов

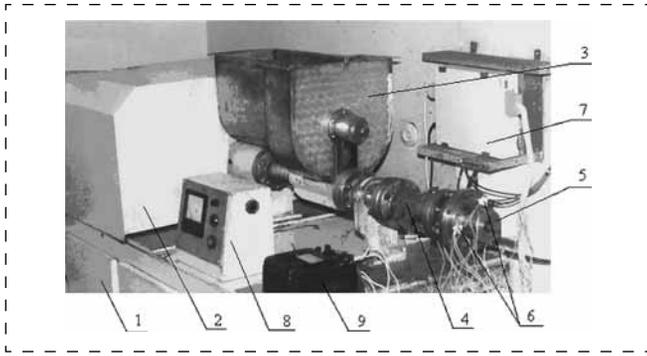


Рис. 2. Малогабаритный пресс-экструдер ПЭШ-30/4:

1 — станина; 2 — редуктор; 3 — смеситель; 4 — цилиндрический корпус; 5 — формующая головка; 6 — тензодатчики; 7 — аналого-цифровой преобразователь; 8 — амперметр; 9 — ваттметр

либо используются как топливо, продукты сгорания которых загрязняют окружающую среду. Отходы деревоперерабатывающей промышленности также не имеют должной переработки [1].

Физико-механические свойства композиционных материалов, получаемых из отходов химической, пищевой и деревоперерабатывающей промышленности, предполагают их использование как облицовочный материал различного профиля, элементы декора при отделке помещений (плинтусы, стеновые панели).

Для реализации этого необходимо определить подходящую технологию переработки и получить материал с физико-механическими свойствами, удовлетворяющими требованиям стандартов [2].

С учетом анализа процессов и оборудования, предназначенных для утилизации отходов химической, пищевой и деревоперерабатывающей промышленности, был выбран процесс промышленной экструзии как эффективный способ получения высококачественных композиционных материалов [3].

С целью выявления влияния конструктивных, кинематических и технологических параметров процесса экструдирования на параметры получаемого материала проведен ряд экспериментальных исследований, которые были реализованы в несколько этапов: разработка экспериментальной установки для исследования процесса экструдирования композиционных материалов на одношнековых прессах-экструдерах; подготовка оборудования и измерительной аппаратуры; проведение опытов и анализ результатов; реализация методик определения структурных характеристик сырья, определения коэффициента эффективной вязкости и индекса течения в зависимости от высоты слоя, определения температуры экструдруемого материала по высоте канала. Были также проведены вычислительные эксперименты и обработка полученных данных.

Влияние конструктивных, кинематических и технологических параметров процесса экструдирования на мощность, производительность и качество прессования выявлялось методами

математического моделирования. Полученные данные обрабатывали на ЭВМ.

В основу экспериментальной установки по изучению процесса экструдирования был взят малогабаритный пресс-экструдер ПЭШ-30/4 (рис. 2), который позволяет проводить смешение, гомогенизацию, термическую обработку, получение формы из компонентов экструзионной смеси композиционного материала.

Для экспериментальных исследований в качестве компонентов композиционного материала взяты: полиэтилен, полипропилен, опилки сосновые, лузга подсолнечника и отруби. В результате было исследовано 11 перечисленных ниже составов.

1. Опилки (мука) — 50 %, отруби — 20 %, полиэтилен — 30 %, влажность — 20 %.

2. Опилки (мука) — 50 %, отруби — 20 %, полиэтилен — 30 %, влажность — 30 %.

3. Лузга — 40 %, отруби — 40 %, полиэтилен — 20 %, влажность — 20 %.

4. Лузга — 40 %, отруби — 40 %, полиэтилен — 20 %, влажность — 30 %.

5. Лузга — 40 %, отруби — 40 %, полиэтилен — 20 %, влажность — 40 %.

6. Опилки (мука) — 30 %, отруби — 35 %, полипропилен — 35 %, влажность — 20 %.

7. Опилки (мука) — 30 %, отруби — 35 %, полипропилен — 35 %, влажность — 30 %.

8. Опилки (мука) — 30 %, отруби — 35 %, полипропилен — 35 %, влажность — 40 %.

9. Отруби — 80 %, полипропилен — 20 %, влажность — 15 %.

10. Отруби — 80 %, полипропилен — 20 %, влажность — 20 %.

11. Отруби — 80 %, полипропилен — 20 %, влажность — 30 %.

По результатам экспериментальных исследований определили производительность, энергозатраты, температуру экструдата и др.

Был проведен ряд экспериментов по изучению различных композиционных материалов 11 составов и получен ряд показателей переработки отходов (табл. 4).

По результатам экспериментальных исследований можно сказать следующее: по совокупности прочностных и энергетических характеристик переработки полученный образец под № 8 (опилки — 30 %, отруби — 35 %, полипропилен — 35 %, влажность — 40 %) имеет наиболее оптимальные характеристики, т. е. данный экструдат произведен при наименьших удельных энергозатратах и при наибольшей производительности процесса экструдирования. Но по прочностным характеристикам наилучшие результаты из одиннадцати показали образцы под номерами 1, 4, 5 соответственно:

Опилки (мука) — 50 %, отруби — 20 %, полиэтилен — 30 %, влажность — 20 %.

Лузга — 40 %, отруби — 40 %, полиэтилен — 20 %, влажность — 30 %.



Таблица 4

Показатели переработки отходов различных производств в зависимости от состава смеси

№	Влажность, %	Температура, °С	Показания амперметра, А	Мощность экструдера, кВт	Затраты энергии, Вт·с/кг	Производительность, кг/с
Опилки (мука) — 50 %, отруби — 20 %, полиэтилен — 30 %						
1	20	155	7	3,41	0,09	36,3
2	30	102	8	3,9	0,09	40,1
Лузга — 40 %, отруби — 40 %, полиэтилен — 20 %						
3	20	94	10	4,87	0,17	29,2
4	30	144	8	3,9	0,11	34,5
5	40	139	9	4,38	0,12	35,7
Опилки (мука) — 30 %, отруби — 35 %, полипропилен — 35 %						
6	20	135	8	3,9	0,11	34,8
7	30	133	8	3,9	0,1	39,2
8	40	151	7	3,41	0,08	42,4
Отруби — 80 %, полипропилен — 20 %						
9	15	126	8	3,9	0,09	40,1
10	20	131	7	3,41	0,08	41
11	30	122	8	3,9	0,09	41,3

Лузга — 40 %, отруби — 40 %, полиэтилен — 20 %, влажность — 40 %.

Таким образом, предложенная технология получения композиционного материала на основе отходов химической, пищевой и деревоперерабатывающей промышленности методом промышленной экструзии позволяет снизить количество образующихся отходов на территории Оренбургской области, а также сократить количество ресурсов для производства строительных материалов.

Список литературы

1. Ковриков И. Т., Антимонов С. В., Сагитов Р. Ф., Федоров Е. А. Получение ДПКТ способом экструзии из пластиковых и целлюлозосодержащих отходов // Проблемы и инновационные решения в химической технологии "ПИРХТ-2010": Материалы международной научно-практической конференции. Воронеж. гос. технол. акад. — Воронеж: ВГТА, 2010. — С. 77—83.
2. Раувендаль К. Экструзия полимеров: пер. с англ. — СПб.: Профессия, 2008. — 768 с.
3. Суменков К. Ф., Лузина Н. Ю., Чмыхова Т. Г. Композиционные полимерные материалы, получаемые методом горячего прессования // Пластические массы. — 1999. — № 6. — С. 35—36.

M. Z. Gulak, Lecturer, A. A. Shayhutdinova, Associate Professor,
e-mail: varvarushka@yandex.ru, The Orenburg State University

A Method for Producing High-Quality Wood-Polymer Composites by Extrusion Industry

The article analyzes the production, the accumulation and use of waste generated as a result of national economic activity by class of hazard. We offer a cluster classification of industrial wastes of various industries. A promising direction is to provide recycling of composite materials from the waste of chemical industry, food and wood industry production (husks, sawdust). We propose a process of industrial extrusion of multicomponent mixtures of various waste products and the technological scheme for obtaining a line of wood-filled polymer composites.

Keywords: extrusion, multicomponent mixture, wood-filled polymer composites, composite materials, press-extruder, waste chemical industry, waste food production, wood industry waste

References

1. Kovrikov I. T., Antimonov S. V., Sagitov R. F., Fedorov E. A. Poluchenie DPKT sposobom jekstruzii iz plastikovyh i celljulozoderzhashhih othodov. *Problemy i innovacionnye reshenija v himicheskoj tehnologii "PIRHT-2010": Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii / Voronezh. gos. tehnol. akad.* Voronezh: VGTA, 2010. P. 77—83.
2. Rauvendal' K. Jekstruzija polimerov: per. s angl. SPb.: Professija, 2008. 768 p.
3. Sumenkov K. F., Luzina N. Ju., Chmyhova T. G. Kompozicionnye polimernye materialy, poluchaemye metodom gorjachego pressovanija. *Plasticheskie massy.* 1999. No. 6. P. 35—36.

УДК 004.81

Р. А. Дурнев, д-р техн. наук, доц., e-mail: rdurnev@rambler.ru,
А. С. Котосонова, мл. науч. сотр., **Р. Л. Галиуллина**, лаборант-исследователь,
Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской
обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (Федеральный центр науки и
высоких технологий) (ВНИИ ГОЧС (ФЦ)), Москва

Результаты моделирования процесса информирования населения при химической аварии

В ранее опубликованной статье приведена системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте с помощью сервисов сотовой связи. В настоящей статье приведены результаты моделирования действий людей в указанных условиях, позволяющие определить рациональную частоту рассылки сообщений и оценить вклад информирования в реализацию защитных мероприятий. Данные результаты положены в основу методических рекомендаций по информированию населения в условиях чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: системно-динамическая модель, авария, химически опасный объект, информирование населения, сообщение, защитные действия, моделирование, машинный эксперимент

В предыдущей статье [1] описана системно-динамическая (поток-уровневая) модель процесса действий населения в зоне заражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ) при аварии на химически опасном объекте (ХОО). Предполагалось, что ее применение в различных программных средах позволит определить рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью различных сервисов сотовой

связи, оценить отдельные психофизиологические и психосемантические аспекты "обработки" человеком предупреждающей информации — закономерности ее понимания, усвоения, реализации последующих действий, а также определить общий вклад в реализацию правильных защитных мер.

Скриншот схемы данной модели, представленной в программной среде Anylogic 7.1.2, показан на рис. 1.

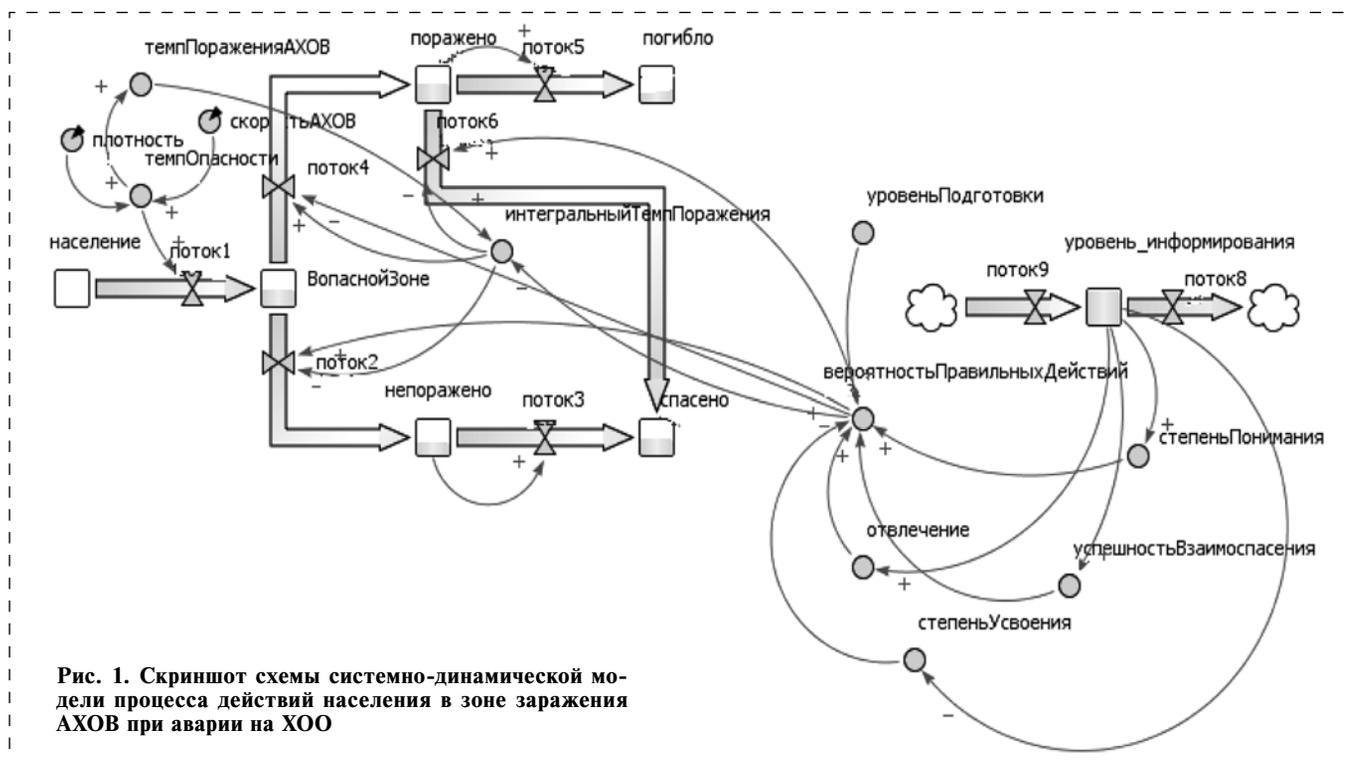


Рис. 1. Скриншот схемы системно-динамической модели процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО

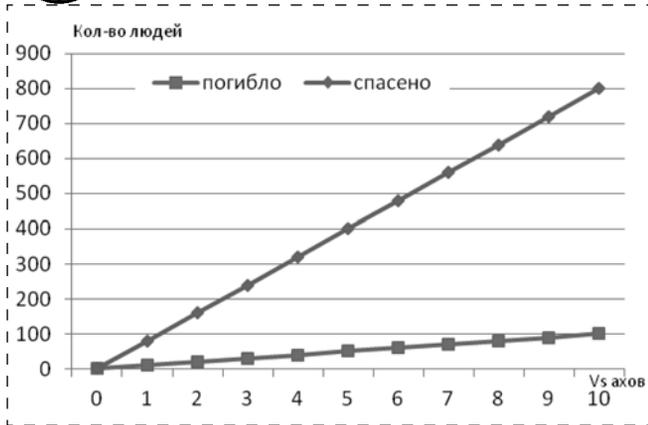


Рис. 2. Зависимость количества погибших и спасенных людей от площадной скорости распространения АХОВ

Вначале проводились машинные (на ПЭВМ) эксперименты, в которых моделировались потоки погибших и спасенных людей при воздействии на них АХОВ без учета уровня их информированности (без правой части схемы на рис. 1). Из графика на рис. 2 видно, что зависимость количества погибших и спасенных людей от площадной скорости распространения АХОВ (V_s АХОВ, км²/ч) имеет линейный характер. Количество спасенных людей значительно превышает количество погибших по причине незначительных концентраций указанных веществ и скорости их распространения.

В последующих машинных экспериментах моделировались потоки людей при воздействии на них АХОВ уже с учетом уровня

информированности. Для этого вначале оценивалась зависимость количества погибших и спасенных людей от таких составляющих переменной "вероятность правильных действий", как "вероятность правильного понимания информации" ($P_{пон}$), "вероятность отвлечения на понимание и усвоение информации" ($P_{отвл}$), "вероятность усвоения информации" ($P_{усв}$) и "вероятность успешной само- или взаимопомощи после информирования" ($P_{спас}$) (см. статью [1]). При этом потоки сообщений, влияющие на данные вероятности в соответствии с формулами и графиками, приведенными в статье [1], на данном этапе не реализовывались.

Для оценки указанных зависимостей в разных сериях машинных экспериментов значения одной из указанных составляющих изменялись от 0 до 0,8 с шагом 0,1. Одновременно с этим другие составляющие переменной "вероятность правильных действий", а также все остальные входные переменные модели (площадная скорость распространения АХОВ, время его действия и т.п.) фиксировались на определенном уровне, т.е. учитывались в качестве констант. Полученные графики зависимости количества погибших и спасенных людей от различных составляющих вспомогательной переменной "вероятность правильных действий" представлены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что указанные зависимости являются однотипными — монотонными, нелинейными (экспоненциальными). При этом

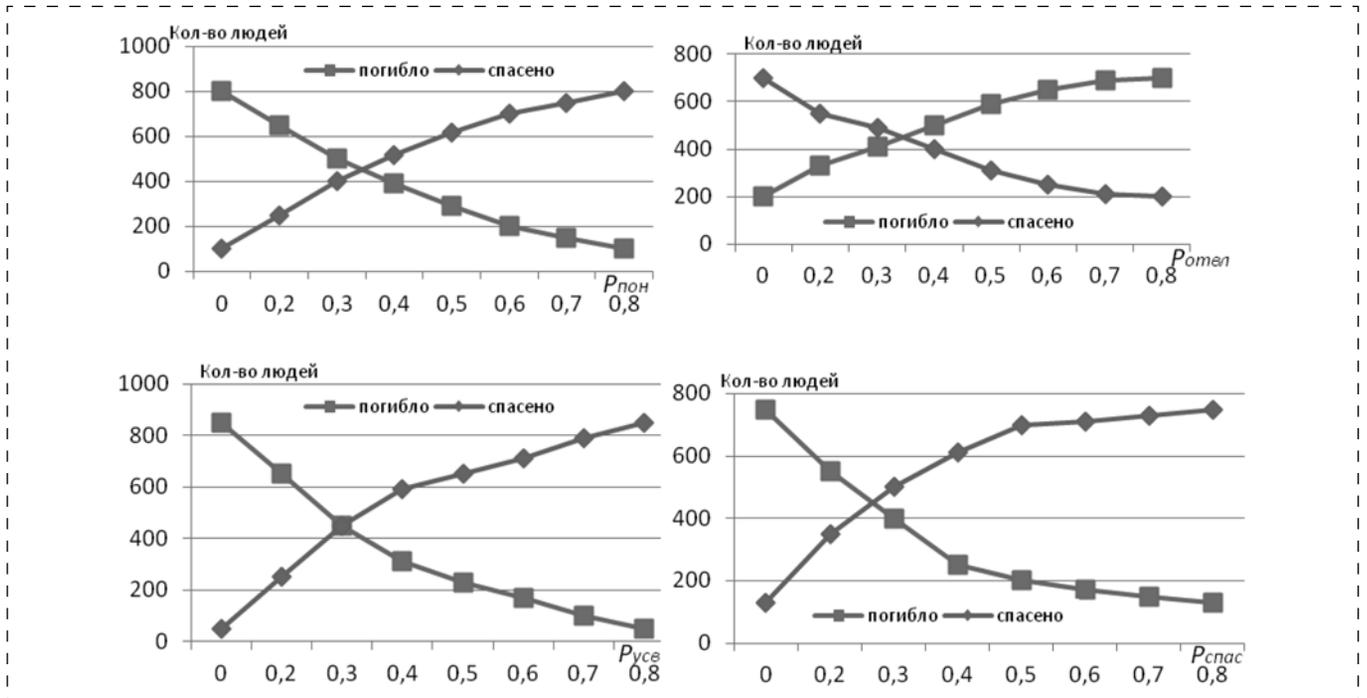


Рис. 3. Зависимости количества погибших и спасенных людей от составляющих переменной "вероятность правильных действий"

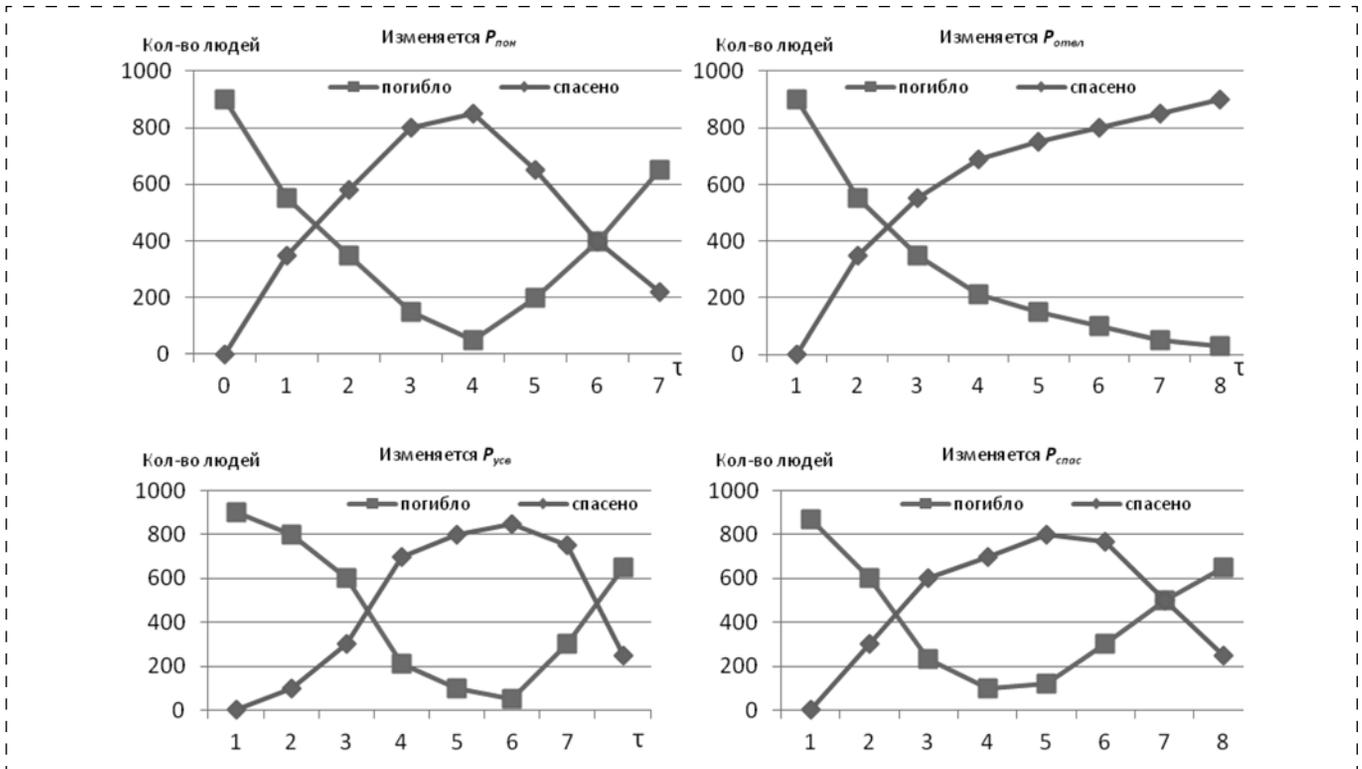


Рис. 4. Зависимости количества погибших и спасенных людей от количества сообщений в единицу времени τ (ед./ч)

количество спасенных возрастает, а погибших уменьшается при росте $P_{\text{пон}}$, $P_{\text{усв}}$, $P_{\text{спас}}$ и уменьшении $P_{\text{отвл}}$. Определенное различие указанных зависимостей заключается в скорости возрастания либо убывания количества погибших и спасенных людей. Так, например, для значений аргумента (вероятности), равных 0,8, значения функции примерно равны:

- 800 спасенных и 100 погибших для $P_{\text{пон}}$;
- 700 погибших и 200 спасенных для $P_{\text{отвл}}$;
- 850 спасенных и 50 погибших для $P_{\text{усв}}$;
- 750 спасенных и 150 погибших для $P_{\text{спас}}$.

В связи с этим можно заключить, что на переменную "вероятность правильных действий" большее влияние оказывает "вероятность усвоения информации" и "вероятность правильного понимания информации" и меньшее — "вероятность успешной само- или взаимопомощи после информирования" и "вероятности отвлечения на понимание и усвоение информации".

Следующие машинные эксперименты проводились для оценки зависимости количества погибших и спасенных людей от среднего темпа оповещения населения с помощью текстовых сообщений (τ — число сообщений в единицу времени, ед/ч).

Для оценки указанных зависимостей в разных сериях машинных экспериментов значения одной из рассматриваемых составляющих ($P_{\text{пон}}$,

$P_{\text{отвл}}$, $P_{\text{усв}}$ или $P_{\text{спас}}$) изменялись в соответствии с потоком сообщений, показанным в правой части схемы на рис. 1. Одновременно с этим другие составляющие переменной "вероятность правильных действий" фиксировались на определенном уровне.

Характер большинства приведенных выше зависимостей (рис. 4) показывает, что есть рациональное число сообщений в единицу времени, до которого количество погибших снижается и после него растет, а количество спасенных растет и потом снижается. Это связано с тем, что при получении дополнительных сообщений увеличивается количество информации, объясняющей порядок действий при аварии на ХОО, и вероятность правильных действий людей растет. В то же время при превышении рационального числа сообщений в единицу времени количество спасенных убывает (количество погибших увеличивается) в связи с тем, что люди получают избыточную информацию, теряются, возникает информационный шум, который мешает принимать правильные и быстрые решения.

Исключением является график "вероятности отвлечения на понимание и усвоение информации". Его интерпретация может быть связана с тем, что чем больше сообщений человек получает, тем больше тратит времени на выполнение защитных мероприятий. При этом в условиях дефицита времени при воздействии поражающих

факторов в зоне заражения АХОВ увеличивается количество погибших и уменьшается количество спасенных людей.

В следующей серии машинных экспериментов оценивалась зависимость количества спасенных людей от числа сообщений в единицу времени. Для этого учитывались все входные переменные модели, а также рассмотренные выше составляющие переменной "вероятность правильных действий" ($P_{\text{пон}}$, $P_{\text{отвл}}$, $P_{\text{усв}}$ и $P_{\text{спас}}$), которые изменялись в зависимости от числа сообщений в единицу времени по формулам, приведенным в статье [1].

На рис. 5 приведен график зависимости количества спасенных людей от числа сообщений в единицу времени для площадной скорости распространения АХОВ, соответствующей скорости ветра 3 м/с.

Из рис. 5 видно, что рациональное число сообщений в единицу времени составляет 4 ед./ч. Для того чтобы установить рациональное число текстовых сообщений в час при различных параметрах развития аварии на ХОО, зависящих в связи с особенностями модели, в основном, от скорости ветра, проводилась очередная серия машинных экспериментов.

Из графиков, приведенных на рис. 6, построенных по результатам экспериментов, видно, что если площадная скорость распространения АХОВ малая (при скорости ветра около 2 м/с), то рациональным числом является 6...8 сообщений в час (рис. 6, а). Это связано с тем, что облако зараженного воздуха распространяется достаточно медленно и люди в спокойной обстановке успевают прочесть и усвоить сообщения. При этом скорость

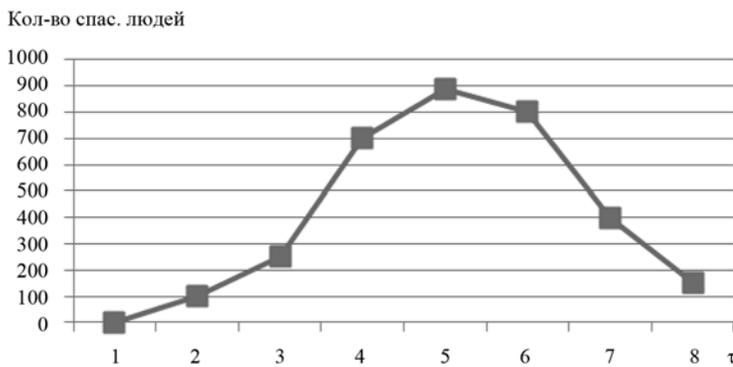


Рис. 5. Зависимость количества спасенных людей от числа сообщений в единицу времени τ (ед./ч)

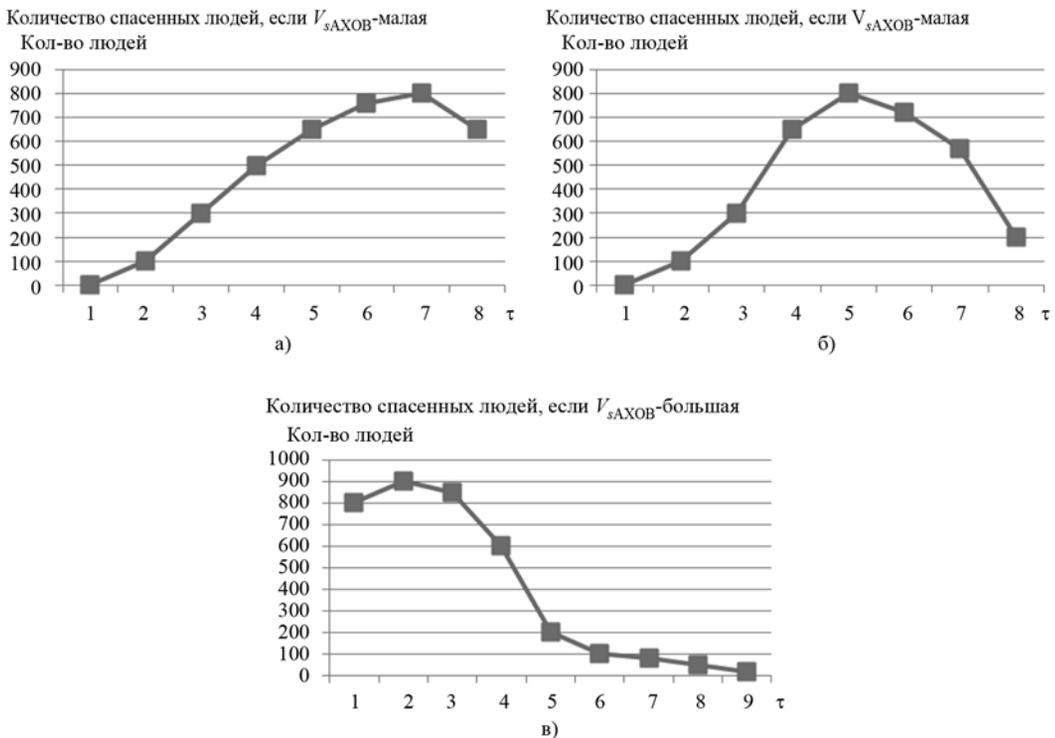


Рис. 6. Зависимости количества спасенных людей от числа сообщений в единицу времени τ (ед./ч) с учетом площадной скорости распространения АХОВ

изменения параметров обстановки незначительная, поэтому содержание сообщений, отправленных в разное время, не противоречит друг другу.

При увеличении $V_{s\text{АХОВ}}$ (соответствующая скорость ветра около 4 м/с) до средних величин (рис. 6, б) рациональное число сообщений уменьшается и становится равным 4..6 сообщений в час. И, наконец, при большой площадной скорости распространения АХОВ (при скорости ветра около 6 м/с), когда поражающие факторы действуют быстро, рациональным числом сообщений может быть 1..2 сообщения в час (рис. 6, в). С помощью данных сообщений должны доводиться до населения только самые необходимые, первоочередные действия, связанные, например, с эвакуацией в сторону, перпендикулярную направлению движения облака зараженного воздуха, а также с укрытием в подвальных помещениях или на верхних этажах зданий в зависимости от плотности АХОВ.

Таким образом, приведенные результаты машинных экспериментов с системно-динамической моделью процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО с учетом уровня информированности людей, позволили оценить влияние закономерностей понимания

и усвоения предупреждающей информации на реализацию правильных защитных мер, а также установить рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью различных сервисов сотовой связи. Это, в свою очередь, являлось основой для разработки рекомендаций по структуре и содержанию текстовых сообщений, содержащих информацию о характере чрезвычайной ситуации, прогнозе ее развития, первоочередных (до прибытия спасательных служб) мерах само- и взаимопомощи населения в условиях опасности.

Полученные результаты положены в основу методических рекомендаций по информированию населения в условиях чрезвычайных ситуаций [2].

Список литературы

1. Дурнев Р. А., Котосонова А. С., Галиуллина Р. Л. Системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 7. — С. 37–44.
2. Галиуллина Р. Л. Разработка методических рекомендаций по информированию населения в условиях аварии на химически опасном объекте на базе системно-динамического моделирования: Выпускная квалификационная работа. — М.: МАТИ-РГТУ им. К. Э. Циолковского, 2015. — 55 с.

R. A. Durnev, Associate Professor, e-mail: rdurnev@rambler.ru,
A. S. Kotosonova, Junior Researcher, **R. L. Galiullina**, Laboratory Assistant Researcher,
Civil Defense and Disaster Management All Russian Science Research Institute
Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergency and Elimination of
Consequences of Natural Disasters (Federal Center of Science and High Technologies), Moscow

Results of Modeling of Process of Informing the Population at Chemical Accident

In the previous article the system and dynamic model of informing the population at accident is given in chemically dangerous object by means of services of cellular communication. The results of modeling of actions of people in the specified conditions allowing to determine the rational frequency of mailing of messages and to estimate an informing contribution to realization of protective measures are given in the present article. These results are the basis for recommendations about informing the population in the conditions of emergency situations.

Keywords: system and dynamic model, accident, chemically dangerous object, informing the population, the message, protective actions, modeling, machine experiment

References

1. Durnev R. A., Kotosonova A. S., Galiullina R. L. Sistemno-dinamicheskaja model' informirovanija naselenija pri avarii na himicheski opasnom ob#ekte. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2015. No. 7. P. 37–44.

2. Galiullina R. L. Razrabotka metodicheskikh rekomendacij po informirovaniju naselenija v uslovijah avarii na himicheski opasnom ob#ekte na baze sistemno-dinamicheskogo modelirovanija: Vypusknaja kvalifikacionnaja rabota. M., MATI-RGTU im. K. Je. Ciolkovskogo, 2015. 55 p.



М. И. Захарова, инженер, e-mail: marine3@yandex.ru, Институт физико-технических проблем Севера им. Ларионова СО РАН, Якутск

Анализ аварий с истечением газа из магистральных газопроводов и с последующим рассеиванием при аномальных метеоусловиях Севера

Рассмотрен сценарий истечения газа из подземного газопровода при разрыве на полное сечение и далее рассеивание газа без возгорания при аномальных метеорологических условиях Севера. Отмечено, что аномальные метеорологические условия Севера характеризуются мощными температурными инверсиями, возникающими при антициклоне за счет излучения вечномерзлого грунта при экстремально низких температурах окружающего воздуха, и условиями застоя воздуха. Показано, что эти аномальные условия влияют на процесс рассеивания газа в атмосфере, способствуя его замедлению и образованию высоких концентраций опасных примесей у поверхности Земли; в результате возрастает опасность аварий газопроводов, происходящих по сценарию — истечение газа без последующего воспламенения. Образовавшееся скопление опасных примесей у Земли в дальнейшем может привести к взрыву и пожару.

Ключевые слова: разрыв газопровода, истечение газа, скопление примеси, коэффициент обмена

Введение

Магистральные газопроводы (МГ), выполненные из труб из хладостойкой стали 09Г2С, работающие в экстремальных природно-климатических условиях Севера, почти полностью переведены в подземный вариант укладки. Трубы уложены ниже естественной поверхности грунта, глубина заложения от 0,6 до 1 м, что защищает трубы от внешних воздействий, обеспечивает оптимальную устойчивость [1]. Трассы МГ проложены в слабонесущих грунтах по болотистой местности и в зоне вечномерзлых грунтов, которые обладают высокой изменчивостью свойств в зависимости от условий эксплуатации. Высокая несущая способность грунта в мерзлом состоянии при растеплении снижается.

Влагонасыщенность грунтов при растеплении приводит к развитию солифлюкционных процессов. Промерзание водонасыщенных грунтов связано с развитием процессов неоднородного морозного пучения. Взаимодействие трубопровода с промерзающим грунтом определяется средством максимального сохранения естественных тепловых режимов грунта: регулирование температуры перекачиваемого продукта до температуры грунта, установка теплозащитных экранов. При сильных морозах грунты подвержены морозобойному растрескиванию, которое приводит к разрушению заглубленных в грунт протяженных конструкций [2].

Газопроводы Севера эксплуатируются в суровых природно-климатических условиях, с про-

должительным зимним периодом. Над холодной подстилающей поверхностью возникают Арктические антициклоны, они являются местными, низкими и холодными, которые на небольшой высоте переходят в область пониженного давления. Зимние антициклоны длительно существующие и малоподвижные.

Ослабление ветра до штиля в приземном слое воздуха характерно в периоды антициклонической погоды. Вертикальная протяженность штилей несколько сотен метров. В холодное время года, вследствие охлаждения воздуха от земной поверхности, в антициклоне образуются слои приземной инверсии, в которых температура растет с высотой, и туманы.

В природе преобладают внутримассовые туманы, они являются туманами охлаждения. Радиационные туманы появляются в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы. С радиационными туманами связано выяснение перестройки поля длинноволнового излучения и связанного с ним изменения температурной стратификации после образования тумана. Эффективное излучение подстилающей поверхности при наличии тумана уменьшается [3].

В зимний период на Севере антициклон приносит сильные морозы. При температуре окружающего воздуха минус 52 °С образуются морозные туманы при относительной влажности 87 % до точки росы, при температуре ниже фактической температуры воздуха. Приземные инверсии

возникают над вечномерзлым грунтом со снежным покровом 21 см, выхолаженные излучением, и в таких случаях называются радиационными инверсиями. С поверхности снежного покрова испаряются снежные кристаллы, сверкающие в свете луны и фонарей. При морозном тумане происходит помутнение воздуха до величин горизонтальной видимости, не превышающих 1 км, вызванное наличием в воздухе большого количества ледяных игл, мельчайших (20 мкм в диаметре), замерзших капелек, а также ледяных кристаллов (100 мкм в диаметре) и переохлажденных капелек.

При адиабатном расширении сжатого воздуха (отсутствие теплообмена) охлаждение сжатого воздуха происходит по аналогии с обратным циклом Сади Карно (холодильным) за счет совершения работы энергией земли (вечномерзлого грунта). Также происходит испарение снега от поверхности земли, в результате увеличивается концентрация кристаллов в воздухе и образуется ледяной туман. Сжатый воздух поднимается вверх и расширяется, так как атмосферное давление падает с высотой. При падении атмосферного давления усиливается туман, который создает понижение температуры (1 °C на 100 м).

Туманы большой интенсивности и продолжительности относятся к аномальным условиям погоды [3] и способствуют скоплению опасных примесей.

1. Истечение газа при разрыве трубопровода на полное сечение

Начальная стадия аварий на МГ характеризуется истечением больших объемов компримированного природного газа из разрушенного участка трубы в атмосферу. Отсечение аварийных участков проводится либо с помощью средств дистанционного управления, либо с участием персонала линейно-эксплуатационной службы вручную, по месту расположения кранов. Предполагается, что время, требуемое для закрытия линейных кранов, составляет от 1 до 3 мин.

Аварийной секцией считается участок от места разрыва до ближайшего линейного крана (на крановом узле). Расчет истечения газа для каждой из аварийных секций производится вверх и вниз по потоку в два этапа:

1) на первом этапе аварийный расход газа от момента аварии до момента закрытия крана (напорное истечение);

2) на втором этапе аварийный расход газа после закрытия крана до полного истечения (самотечное истечение) [4].

В месте разрыва характер процесса истечения адиабатный. В быстропроходящем процессе, при

котором теплообмен с внешней средой не успевает произойти, важное значение имеют адиабатические процессы. При адиабатическом процессе параметры газа (температура, давление, скорость звука и т.д.) в состоянии покоя называются параметрами заторможенного газа [5]. В выходном сечении при разрыве трубы все определяющие параметры будут иметь критические значения. Критическим может быть только то сечение, где площадь трубы достигает минимума. Насадок, поперечное сечение которого вначале уменьшается, а затем возрастает, называется Сопло Лавалля. По мере движения газа по соплу температура и давление понижаются, при дозвуковой скорости движения газа (число Маха $M < 1$), скорость возрастает, сопло сужается [6]. При движении газа со скоростью звука ($M = 1$) площадь поперечного сечения будет иметь узкое сечение и называться критическим, где все параметры — скорость, давление будут критическими. Дозвуковой поток внутри суживающегося сопла ускоряется, но скорость в минимальном сечении не может превосходить критическую скорость ($M = 1$) и, следовательно, давление не может быть ниже критического давления. Если давление в пространстве за соплом меньше критического, то в выходном сечении сопла устанавливается критическое давление.

Расход газа можно определить с помощью газодинамических функций при фиксированных параметрах торможения и давления в пространстве за суживающимся соплом [6]. Если в минимальном сечении параметры равны критическим, то расход называется критическим. Для инженерной оценки массового расхода газа при разрыве трубопровода используем методический подход, базирующийся на системе уравнений Белла [7]:

$$\begin{cases} G(\tau, d_{\text{ЭКВ}}) = \frac{\Phi G_{\text{H}}(d_{\text{ЭКВ}})}{1 + \eta} \exp\left(-\frac{\tau}{\eta^2 \varepsilon}\right) + \eta \exp\left(-\frac{\tau}{\varepsilon}\right) \\ G_{\text{H}}(d_{\text{ЭКВ}}) = \frac{\pi d_{\text{ЭКВ}}^2}{4} \sqrt{\frac{\gamma P_{\text{H}}^2}{RZ_{\text{кр}} T_{\text{H}}}} \left(\frac{2}{\gamma + 1}\right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}; \quad \eta = \frac{M_{\text{Г}}}{\varepsilon \Phi G_{\text{H}}(d_{\text{ЭКВ}})} \\ M_{\text{Г}} = \frac{L_{\text{Г}} S_{\text{ГР}} P_{\text{H}}}{RZ_{\text{H}} T_{\text{H}}}; \quad \varepsilon = \frac{2}{3} \frac{L_{\text{Г}}}{a_0} \sqrt{\frac{\gamma f_{\text{ГР}} L_{\text{Г}}}{D_0}}; \quad a_0 = \sqrt{\gamma RZ_{\text{H}} T_{\text{H}}}, \end{cases}$$

где G , G_{H} — соответственно текущий и начальный массовый расход газа (в момент разрыва), кг/с; τ — текущее время истечения газа, с; Φ — фактор инерционной задержки; η — коэффициент сохранения массы; ε — постоянная времени истечения, с; P_{H} — давление газа в трубопроводе до разрыва, Па; $d_{\text{ЭКВ}}$ — эквивалентный диаметр отверстия, м; R — газовая постоянная, Дж/кг·К;



T_n — температура газа в трубопроводе до разрыва, К; $Z_{кр}$ — коэффициент сжимаемости газа по условиям на срезе аварийного разрыва при критических значениях давления и температуры $P_{кр}$ и $T_{кр}$; γ — показатель адиабаты; M_g — общая масса газа, способная вытечь из отсеченного аварийного участка трубопровода, кг; L_y — длина отсеченного участка трубопровода, м; a_0 — скорость звука в газе до разрыва, м/с; $f_{тр}$ — коэффициент трения газа о стенки трубы; D_0 — внутренний диаметр трубы, м; Z_n — коэффициент сжимаемости газа до разрыва при P_n и T_n ; $S_{тр}$ — площадь поперечного сечения трубы, м².

Начальный массовый расход газа рассчитывается в предположении, что в месте разрыва характер процесса адиабатический, при этом постоянная времени истечения ε определяется исходя из допущения об изотермическом характере процесса движения газа, имеющим место на большей части длины отсеченной секции трубопровода. Изотермический процесс — термодинамический процесс, происходящий в физической системе при постоянной температуре.

При адиабатическом процессе истечения скорость газа через сужающийся насадок будет убывать. Следовательно, при сужающемся насадке и достаточно большом перепаде давления при входе и выходе скорость истечения газа может достигнуть величины, равной местной скорости звука, под которой понимают скорость распространения звука в данной точке движущегося потока газа. После того как на выходе из насадка, скорость достигла скорости звука, дальнейшее уменьшение давления не может привести к увеличению скорости истечения (по теории распространения малых возмущений), скорость будет звуковая.

2. Рассеивание газа при разрыве магистрального газопровода на полное сечение

Если в момент разгерметизации магистрального газопровода, газ не воспламеняется, возникает необходимость анализа процессов его рассеивания в атмосфере для определения зоны загазованности.

При разрыве подземного газопровода (диаметр $D_y = 500$ мм, $P = 7,5$ МПа, $T_{газа} = -12$ °С при входе) на полное сечение при температуре окружающего воздуха минус 50°С происходит вырывание плетей разрушенного газопровода из слабонесущего грунта на поверхность. Выбросы двух независимых струй из концов разрушенного

трубопровода будут ориентированы вдоль земной поверхности с характерной высотой источника $\approx 1,0$ м.

При разрыве газопровода происходит выброс газа при неблагоприятных метеорологических условиях: штиль, инверсия, туман, низкие температуры воздуха.

При низких температурах воздуха от минус 52 °С в антициклоне образуется морозный туман. Наличие большого количества ледяных игл и кристаллов в воздухе, увеличивает опасность загрязнения воздуха опасными выбросами. В отношении распространения газовых примесей влияние снега выражается слабее, поскольку их поглощение ледяными кристаллами менее интенсивно, чем водяными каплями.

При возникновении сценария С4 [4] определяется начальная концентрация примеси для случая отсутствия ветра (штиль). В приземном слое воздуха вертикальная высота $z = 0$, значения скорости ветра и коэффициента обмена выше этого слоя принимаются постоянными. Коэффициент обмена численно равен изменению скорости, температуры, количества примеси в единицу времени.

По аналитическому решению Берлянда [3] для наземной концентрации при безветрии, учет штилевого слоя происходит переносом нижней границы ($z = 0$) с уровня подстилающей поверхности на верхнюю границу штилевой зоны. При ослаблении ветра до штиля, в слое воздуха, примыкающем к земной поверхности, проводятся градиентные наблюдения за скоростью ветра до небольших высот. При отклонении скорости ветра от логарифмического профиля учитывается характер зависимости скорости ветра от вертикальной высоты.

При понижении температуры от влияния мерзлого грунта образуются слои приземной инверсии, в которых температура растет с высотой. Для прогноза приземных инверсий в качестве начального условия, принимается вертикальное распределение температур. В приземном слое начальное распределение температуры представляется логарифмической функцией, а выше — линейной зависимостью. Инверсионное распределение, связанное с ростом температуры с высотой, определяется как устойчивая стратификация. Устойчивые категории классифицируются по Паскуилли и зависят от вертикального градиента температур. При устойчивой стратификации коэффициент обмена принимает малые значения и в инверсионном слое, турбулентность ослабляется и естественная конвекция подавляется. В этом случае

рассеивание примеси происходит в соответствии с закономерностями молекулярной диффузии.

При разрушении приземной инверсии в антициклоне могут возникнуть приподнятые температурные инверсии, называемые инверсиями сжатия. Наличие приподнятой температурной инверсии препятствует переносу примеси на более высокие уровни, в результате основная масса примесей сосредоточивается под инверсионным слоем у поверхности земли. Приподнятые температурные инверсии могут вызвать значительное загрязнение, если дополнительно учесть характер изменения начального подъема выброса. Повышение температуры воздуха с высотой приводит к тому, что выбросы не могут подняться выше определенного уровня (ΔH). Высоту ΔH определяют как подъем в точке, где концентрация достигает максимального значения, величина ΔH не может неограниченно возрастать с уменьшением скорости ветра u , что характерно для равновесных условий. Определить высоту начального подъема ΔH в случае инверсии температуры и при штиле можно по формуле [8]:

$$\Delta H = 5,1 F_T^{1/4} \left(\frac{g}{T} \frac{\partial T}{\partial z} \right)^{-3/8},$$

где F_T — величина, характеризующая влияние начальной скорости подъема и перегрева, а также масштаб длины $l_T = \frac{F_T}{u^3}$; g — ускорение свободного падения, м/с^2 .

При разрушении подземного газопровода на полное сечение по сценарию С4 [4] происходит выброс газа в виде двух независимых струй из концов разрушенного трубопровода и его распространение в окружающее пространство с учетом условий застоя воздуха, класса устойчивости атмосферы по Паскуилли (инверсия или сильная инверсия), шероховатости поверхности земли (в равнинной местности в зимних условиях при наличии снега шероховатость составляет 0,001 м [9]), начальной концентрации примеси, механизма истечения газа из разрушенного участка газопровода. В случае значительных отклонений вертикального распределения скорости ветра и коэффициента обмена метеорологические условия следует отнести к аномальным. Концентрация примеси в этом случае рассматривается у земной поверхности (где $z = 0$). Для низких источников (высота начала истечения газа из разрушенного участка газопровода не превышает 1 м) опасными метеорологическими условиями являются сочетание приземной температурной инверсии, штиля и тумана. При

тумане происходит поглощение длинноволновой радиации, уменьшающее эффективное излучение земли. Распространение аварийного выброса в окружающем пространстве зависит от состояния атмосферы. Выбросы проникают в атмосферу с определенной скоростью и температурой, отличающейся от окружающего воздуха. При аварийном выбросе на открытом, слабоограниченном различными преградами и препятствиями окружающем пространстве в условиях приземной инверсии и низкой температуры воздуха массовый расход определяется в зависимости от времени и диаметра аварийного отверстия, давления газа, температуры газа до разрыва трубопровода.

Путь развития аварии при разрыве магистрального газопровода: истечение звуковой горизонтальной струи газа → формирование шлейфа газозооной смеси → образование зоны загазованности по направлению истечения. Характер изменения концентрации смеси по горизонтали (x) от источника аварии зависит от высоты z . При распределении концентрации смеси для каждой точки x по горизонтали свои неблагоприятные метеорологические условия. Вертикальный профиль концентрации зависит от расстояния x до источника. На малых расстояниях x максимум концентрации по высоте отмечается на уровне источника. С ростом z максимальная концентрация смещается к источнику (по горизонтали x). С уменьшением скорости ветра, значение концентрации примеси увеличивается в низких источниках (при малых z), расположенных в приземном слое, и не зависит от высоты [3].

Сочетание малых скоростей ветра и ослабление турбулентности приводит к максимальным значениям наземных концентраций примеси вблизи источника.

Заключение

Результаты воздействия загрязнения атмосферы на окружающую среду (на живые организмы и растительность) определяются не только концентрациями примесей, но и продолжительностью воздействий. В зависимости от свойств примесей и длительности их воздействия устанавливаются соответствующие предельно допустимые концентрации. При неблагоприятных метеорологических условиях при застое воздуха увеличивается скопление примеси и соответственно ее концентрация. Образовавшееся скопление опасных примесей у Земли в дальнейшем может привести к взрыву и пожару.



Список литературы

1. **Бородавкин П. П.** Подземные магистральные трубопроводы (проектирование и строительство). — М.: Недра, 1982. — 384 с.
2. **РД 51-4.2.-003—97** Методические рекомендации по расчетам конструктивной надежности магистральных газопроводов.
3. **Берлянд М. Е.** Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. — Л.: Гидрометеоздат, 1975. — 447 с.
4. **СТО Газпром 2-2.3-351—2009** Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ПАО "Газпром".
5. **Повх И. Л.** Техническая гидромеханика: Изд. 2-е, доп. — Л.: Машиностроение, 1976. — 504 с.
6. **Самойлович Г. С.** Гидрогазодинамика: учебное пособие: Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1990. — 384 с.
7. **Козлитин А. М., Попов А. И., Козлитин П. А.** Стохастические модели и результаты количественной оценки интегрированного риска аварий на магистральном трубопроводном транспорте в условиях Заполярья // Устойчивое экологическое развитие: региональные аспекты: Междунар. науч. сб. — Саратов: СГТУ, 2001. — С. 125—138.
8. **Briggs G.** Plume rise. USA EC Division of tech. information extension (TID-25075), 1969.
9. **Меньшиков В. В., Швыряев А. А.** Опасные химические объекты и техногенный риск: учебное пособие. — М.: Химия, 2003. — 254 с.

M. I. Zakharova, Engineer, The Institution of Russian Academy of Sciences, the V. P. Larionov's Institute of Physical-Technical Problems of the North, Siberian Branch of the RAS, Yakutsk

Accident Analysis with the Expiration of Gas from the Gas Pipelines with the Subsequent Dispersion under Abnormal Meteo Conditions of the North

In article the gas efflux scenario from the underground gas pipeline at a rupture on the full section and further gas dispersion without ignition at abnormal weather conditions of the North is considered. Abnormal weather conditions of the North are characterized by the powerful temperature inversions arising at an anti-cyclone at the expense of the radiation of permafrost soil at extremely low temperatures of air, and conditions of air stagnation. These abnormal conditions influence process of gas dispersion in the atmosphere, promoting its delay and formation of high concentration of dangerous mixes at Earth surface.

As a result failures danger of the gas pipelines occurring according to the scenario — the expiration of gas without the subsequent ignition increases. The formed congestion of dangerous impurity at Earth can lead further to explosion and the fire.

Keywords: rupture of the gas pipeline, gas efflux, impurity congestion, exchange coefficient

References

1. **Borodavkin P. P.** Podzemnyie magistralnyie truboprovodyi (proektirovanie i stroitelstvo). M.: Nedra, 1982. 384 p.
2. **RD 51-4.2.-003—97** Metodicheskie rekomendatsii po raschetam konstruktivnoy nadejnosti magistralnyih gazoprovodov.
3. **Berlyand M. E.** Sovremennyye problemyi atmosferyi diffuzii i zagryazneniya atmosferyi. L.: Gidrometeoizdat, 1975. 447 p.
4. **СТО Газпром 2-2.3-351—2009** Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu analiza riska dlya opasnyih proizvodstvennyih obyektov gazotransportnyih predpriyatij OAO "Gazprom".
5. **Povh I. L.** Tehnicheskaya gidromehaniika. Izd. 2-e, dop. L.: Mashinostroenie, 1976. 504 p.
6. **Samoylovich G. S.** Hidrogazodinamika: uchebnoe posobie. Izd. 2-e, pererab. i dop. M.: Mashinostroenie, 1990. 384 p.
7. **Kozlitin A. M., Popov A. I., Kozlitin P. A.** Stohasticheskie modeli i rezultatyi kolichestvennoy otsenki integrirovannogo riska avariyy na magistralnom truboprovodnom transporte v usloviyah Zapolyarya. *Ustoychivoe ekologicheskoe razvitie: regionalnyie aspektyi: Mejdunar. nauch. sb.* Saratov: SGTU, 2001. P. 125—138.
8. **Briggs G.** Plume rise. USA EC Division of tech. information extension (TID-25075), 1969.
9. **Menshikov V. V., Shvyryaev A. A.** Opasnyie himicheskie obyekttyi i tehnogennyiy risk: uchebnoe posobie. M.: Himiya, 2003. 254 p.

УДК 614.842/.847:004.896

Т. С. Станкевич, соискатель, e-mail: nadezdastan39@mail.ru, Академия ГПС МЧС России, Москва

Исследование процесса принятия решений руководителем тушения пожара в морском порту

Представлены результаты исследования процесса принятия решений руководителем тушения пожара в морском порту. Установлено, что выработка эффективных управленческих решений руководителем тушения пожара сокращает продолжительность ликвидации пожара, что, в свою очередь, приводит к уменьшению количества погибших на пожарах людей. Отмечено, что на качество управленческих решений руководителя тушения пожара влияют ситуационные и личностные факторы, затрудняя процесс принятия эффективного решения.

Ключевые слова: пожар, морской порт, руководитель тушения пожара, частота гибели людей на пожарах, управленческие решения

Введение

В Концепции общественной безопасности в Российской Федерации [1] определено, что пожары представляют собой один из основных источников угроз общественной безопасности в государстве. В соответствии с данной Концепцией одной из важнейших задач государства при обеспечении общественной безопасности на долгосрочную перспективу является сосредоточение основных усилий на предупреждении, ликвидации и минимизации последствий пожаров и совершенствовании государственного управления в области пожарной безопасности. Для таких объектов стратегического назначения, как морские порты, эта задача является ключевой в области обеспечения пожарной безопасности.

Морской порт представляет собой сложную систему, включающую объекты инфраструктуры, размещенные на специально отведенных территориях и акваториях и предназначенные для обслуживания судов и пассажиров, осуществления операций с грузами и иных услуг, а также взаимодействия с другими видами транспорта [2]. Морские порты относятся к особо опасным и технически сложным объектам [3] с большим количеством потенциальных источников возникновения чрезвычайных ситуаций. В Российской Федерации уровень безопасной эксплуатации объектов инфраструктуры портов оценивается как недостаточный, а в отдельных случаях — как опасный [4], что определяет высокую вероятность возникновения пожаров на их территории.

В настоящее время морские перевозки в Российской Федерации интенсивно развиваются, при

этом наблюдается наращивание грузооборота морских портов и расширение их сферы услуг. Рост морских перевозок сопровождается дальнейшим развитием портовой инфраструктуры морских портов. Это повышает актуальность проблем обеспечения пожарной безопасности в морских портах.

С целью изучения влияния управленческих решений руководителя тушения пожара на эффективность локализации и ликвидации пожара в морском порту для достижения основных задач тушения выполнен анализ основных статистических данных по обстановке с пожарами в России и оперативной деятельности Федеральной противопожарной службы МЧС России. В качестве источника данных использованы статистические сборники "Пожары и пожарная безопасность" ФГУ ВНИИПО МЧС России за период с 2007 по 2014 г. [5—12]. В каждом сборнике содержится информация о динамике изменения данных в течение пяти лет: данные за четыре года, предшествующих отчетному году, и данные за отчетный год. Это позволило использовать в работе статистические данные за более широкий период — с 2003 г. по 2014 г.

В результате анализа основных среднестатистических показателей [5—12], характеризующих состояние пожарной безопасности в Российской Федерации, установлено, что в настоящее время в России наблюдается:

— снижение числа пожаров (на 1 млн населения — на 36,5 % от 1650,1 ед. в 2003 г. до 1048,6 ед. в 2014 г.);

— сокращение числа погибших и травмированных при пожарах людей (на 1 млн населения — на 37,6 % с 113,0 чел. в 2003 г. до 70,5 чел. в 2014 г. и на 20,5 % с 96,2 чел. в 2003 г. до 76,5 чел. в 2014 г. соответственно);



Таблица 1

**Распределение частоты гибели людей на пожарах
от времени запаздывания прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара t_1**

t_1 , мин	Частота гибели людей на пожарах, число пожаров/один погибший											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	14,1	15,3	12,6	16,7	14,8	13,3	16,4	16,2	17,2	18,4	17,3	19,4
2	13,2	13,4	12,4	12,0	13,4	13,1	12,0	14,9	16,0	13,5	15,2	16,9
3	13,8	12,6	12,4	12,8	13,5	13,1	13,5	13,8	13,5	14,7	14,7	15,3
4	15,0	14,0	13,8	13,1	15,0	13,7	14,7	14,5	14,9	15,7	14,8	15,0
5	13,3	12,8	12,7	13,4	14,3	13,7	14,2	14,2	15,2	14,6	15,0	15,2
6	14,7	14,3	15,6	15,8	15,2	14,3	15,0	14,3	14,0	14,9	15,7	14,4
7	14,4	14,3	13,9	13,0	14,6	14,1	14,2	14,3	13,6	14,4	15,8	15,7
8	14,4	14,4	14,4	15,5	13,8	14,6	14,9	14,8	13,7	14,7	13,6	15,6
9	14,7	14,0	14,9	13,7	16,1	15,0	14,2	13,6	13,9	14,0	14,6	14,7
10	11,8	14,4	13,4	13,5	13,3	13,4	13,9	12,5	13,4	13,4	14,4	14,0
11...15	13,6	13,8	13,5	13,8	14,9	13,9	13,8	13,1	12,5	12,2	12,4	13,1
16...20	11,7	12,2	12,4	11,7	12,9	13,1	11,7	11,0	10,9	10,9	10,9	10,8
21...30	10,3	10,9	11,3	12,2	11,9	11,8	10,7	11,4	12,8	11,6	10,9	12,4
>30	9,3	9,1	9,8	10,1	9,5	10,4	9,8	9,1	9,4	8,7	8,3	10,6

Таблица 2

Распределение частоты гибели людей на пожарах в зависимости от продолжительности их ликвидации t_2

t_2 , мин	Частота гибели людей на пожарах, число пожаров/один погибший											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1...5	18,9	18,4	18,0	19,5	18,6	18,2	16,2	17,2	18,4	17,3	19,4	18,9
6...10	15,0	14,7	14,1	14,9	15,4	14,2	13,4	13,0	12,8	12,9	12,0	12,3
11...15	13,6	13,7	15,2	14,7	14,3	12,4	11,1	11,1	11,0	10,1	11,0	10,3
16...30	12,8	12,3	13,4	12,6	12,9	12,3	10,5	9,9	9,2	9,0	8,8	9,2
31...60	11,9	11,7	11,8	11,4	11,7	11,7	8,4	8,8	9,2	9,0	7,1	8,7
61...90	10,5	10,6	10,3	10,8	10,2	10,3	8,0	8,3	7,4	7,4	9,0	8,9
91...120	9,9	9,2	9,3	9,4	8,8	9,8	6,5	8,0	7,0	9,1	5,4	7,5
>120	6,6	6,5	6,8	7,3	7,2	7,8	6,4	6,5	6,3	6,9	6,9	8,3

— рост прямого материального ущерба от одного пожара (в 3 раза от 40 880,8 руб. в 2003 г. до 120 995,2 руб. в 2014 г.).

На основании статистических данных [5—12] выявлено, что гибель людей на пожаре напрямую зависит от времени запаздывания прибытия первого пожарного подразделения к месту вызова и времени ликвидации пожара. В табл. 1 и 2 представлены данные о частоте гибели людей на пожарах в 2003—2014 гг. в зависимости от времени запаздывания прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара t_1 и от продолжительности их ликвидации t_2 .

Сведения, содержащиеся в табл. 1, демонстрируют зависимость роста числа погибших на пожаре людей от времени запаздывания прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара. Например, в 2014 г.:

— один погибший на 19 пожаров при запаздывании прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара до 1 мин;

— один погибший на 10 пожаров при запаздывании прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара более 30 мин.

Сведения, содержащиеся в табл. 2, демонстрируют зависимость роста числа погибших на пожаре людей от продолжительности ликвидации пожара. Например, в 2014 г.:

— один погибший на 19 пожаров при продолжительности ликвидации пожара до 5 мин;

— один погибший на 8 пожаров при продолжительности ликвидации пожара более 120 мин.

Из изложенного выше следует, что уменьшение числа людей, погибающих на пожаре в морском порту, возможно путем минимизации времени запаздывания прибытия первого пожарного подразделения и сокращения продолжительности ликвидации пожара.

В свою очередь, уменьшение продолжительности ликвидации пожара в морском порту возможно только за счет выработки руководителем

тушения пожара эффективных решений, т. е. решений, соответствующих сложившейся на пожаре обстановки и обладающих потенциалом для реализации интересов руководителя и приемлемым уровнем ожидаемой реализуемости.

То есть в ходе тушения пожара руководителем тушения пожара в морском порту необходимо сформулировать эффективные решения, предназначенные для реализации пожарными подразделениями.

Анализ процесса принятия решений руководителем тушения пожара в морском порту

Процесс принятия управленческих решений руководителем тушения пожара является чрезвычайно сложным элементом организации тушения пожара. Формально управленческая задача руководителя тушения пожара при тушении пожара в морском порту может быть представлена в виде известной из работы [13] упорядоченной совокупности элементов:

$$K = \langle Y, D_y, Z, D_z, S_a, S, W, T \rangle,$$

где Y — множество учитываемых управляемых факторов; $D_y \subseteq Y$ — множество действий подчиненных ресурсов пожарной охраны, участвующих в локализации и ликвидации пожара; Z — множество учитываемых неуправляемых факторов; $D_z \subseteq Z$ — множество действий, выполняемых ресурсами руководителя тушения пожара и взаимодействующими видами пожарной охраны; S_a — желаемый исход управляемого процесса; S — множество возможных состояний управляемого процесса; W — критерий эффективности управления; T — цель управления.

Любой элемент подмножеств $D_y \subseteq Y$ и $D_z \subseteq Z$ может быть определен в виде набора характеристик [13]:

$$H = \langle T, O, u, t, r, g \rangle,$$

где O — объект воздействия; u — источник действия; t — время выполнения действия; r — ресурс, привлекаемый при выполнении действия; g — ограничения со стороны других действий.

На качество решения управленческих задач руководителем тушения пожара в морском порту влияют:

— личностные факторы (факторы, определяющиеся своеобразием психических процессов, состояний и качеств руководителя);

— ситуационные факторы (конкретные обстоятельства, в которых принимается управленческое решение, влияющие на разработку, оценивание, выбор и реализацию альтернатив).

Личностные факторы оказывают значительное влияние на процесс принятия решения, поскольку деятельность руководителя при тушении пожара в морском порту осуществляется в крайне неблагоприятных для человека условиях как с физиологической, так и с психологической точки зрения [14]. Степень влияния данных факторов на эффективность решений руководителя зависит:

— от опыта руководителя тушения пожара в области организации тушения пожаров на различных объектах;

— от социально-психологических и индивидуально-типологических черт личности руководителя тушения пожара;

— от структурной организации сознания личности руководителя тушения пожара и др.

К основным ситуационным факторам, влияющим на процесс принятия решения при тушении пожара в морском порту, следует отнести следующие [14]:

— поступающая к руководителю тушения пожара информация характеризуется неполнотой и неточностью;

— необходимость постоянного контроля исполнения решений, принимаемых руководителем тушения пожара;

— вовлечение значительного числа участников в процесс организации принятия решения и его последующей реализации подразделениями;

— недостаток времени для всестороннего анализа обстановки на пожаре на всех этапах его тушения по причине существенной скорости ее изменения;

— отсутствие достоверного прогноза развития пожара;

— высокая плотность застройки территории морского порта (в большинстве случаев нетиповой) и др.

Установлено, что управленческие решения руководителей, принимаемые под воздействием личностных и ситуационных факторов, часто не соответствуют обстановке на объекте [15]: малоэффективные решения составляют до 57 % от их общего числа. Причем если воздействие личностных факторов можно снизить путем организации соответствующей подготовки руководителя тушения пожара, то управление ситуационными факторами не представляется возможным.

Для успешного решения сложной задачи — тушения пожара в морском порту руководителю тушения пожара важно своевременно обработать поступающий поток информации, содержащий сведения о динамике развития опасных факторов пожара, погодных условиях и др. В результате ее качественного анализа руководитель тушения пожара должен в кратчайший срок принять



эффективное решение, что требует от него значительных умственных и временных затрат.

Более рациональным путем принятия решения и повышения эффективности его результатов в оперативной обстановке является разработка и применение специализированных программных средств, основанных на теории управления, математических и информационных моделях [16–18]. Например, для руководителей тушения пожара с учетом особенностей принятия управленческих решений в морском порту при дефиците времени и неопределенности исходной информации можно рекомендовать систему информационно-аналитической поддержки управления при тушении пожаров в морских портах на базе нечетких нейронных сетей [19].

Заключение

1. Выработка руководителем тушения пожара эффективных управленческих решений сокращает продолжительность ликвидации пожара, что, в свою очередь, приводит к уменьшению количества погибших на пожарах людей.

2. Принятие решения руководителем тушения пожара в морском порту представляет собой сложный и многофакторный процесс. Недопустимо большое количество решений, принимаемых руководителем тушения пожара при дефиците времени и неопределенности исходной информации в ходе тушения пожаров.

3. С целью повышения эффективности управленческих решений руководителя тушения пожара рекомендуется применение системы информационно-аналитической поддержки управления при тушении пожаров в морских портах на базе нечетких нейронных сетей.

Список литературы

1. **Концепция** общественной безопасности в Российской Федерации. Утверждена Президентом РФ 14 ноября 2013 г. № Пр-2685. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_154602/ (дата обращения 29.08.2015).
2. **Федеральный закон** от 30 апреля 1999 г. № 81-ФЗ "Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации". Собрание законодательства Российской Федерации от 3 мая 1999 г. № 18. Ст. 2207.
3. **Федеральный закон** от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ "Градостроительный кодекс Российской Федерации". Собрание законодательства Российской Федерации от 2 августа 2010. № 31. Ст. 4159.
4. **О системе** обеспечения безопасности судоходства на водном транспорте и роли государственного морского и речного надзора // Материалы государственной службы по надзору в сфере морского и речного транспорта, 2008. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://council.gov.ru/files/journalsf/item/20090924133814.pdf> (дата обращения 29.08.2015).
5. **Пожары** и пожарная безопасность в 2007 году: Статистический сборник / Под общ. ред. Н. П. Копылова. — М.: ВНИИПО, 2008. — 137 с.
6. **Пожары** и пожарная безопасность в 2008 году: Статистический сборник / Под общ. ред. Н. П. Копылова. — М.: ВНИИПО, 2008. — 137 с.
7. **Пожары** и пожарная безопасность в 2009 году: Статистический сборник / Под общ. ред. Н. П. Копылова. — М.: ВНИИПО, 2010. — 135 с.
8. **Пожары** и пожарная безопасность в 2010 году: Статистический сборник / Под общ. ред. В. И. Климкина. — М.: ВНИИПО, 2011. — 140 с.
9. **Пожары** и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник / Под общ. ред. В. И. Климкина. — М.: ВНИИПО, 2012. — 137 с.
10. **Пожары** и пожарная безопасность в 2012 году: Статистический сборник / Под общ. ред. В. И. Климкина. — М.: ВНИИПО, 2013. — 137 с.
11. **Пожары** и пожарная безопасность в 2013 году: Статистический сборник / Под общ. ред. В. И. Климкина. — М.: ВНИИПО, 2014. — 137 с.
12. **Пожары** и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник / Под общ. ред. В. И. Климкина. — М.: ВНИИПО, 2015. — 124 с.
13. **Тетерин И. М., Топольский Н. Г., Климовцов В. М., Прус Ю. В.** Применение систем поддержки принятия решений руководителями оперативных подразделений при тушении пожаров в крупных городах // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". — 2008. — № 4 (20). — 21 с. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2008-4/07-04-08.ttb.pdf> (дата обращения 29.08.2015).
14. **Денисов А. Н., Шевцов М. В.** Информационно-функциональный подход к управлению силами и средствами на пожаре // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". — 2010. — № 3 (31). — 7 с. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2010-3/01-03-10.ttb.pdf> (дата обращения 29.08.2015).
15. **Тетерин И. М., Климовцов В. М., Прус Ю. В.** Методология разработки экспертных систем для оперативного управления пожарными подразделениями // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". — 2008. — № 5 (21). — 68 с. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2008-5/07-05-08.ttb.pdf> (дата обращения 29.08.2015).
16. **Афанасьев К. А., Гинзбург В. В., Фирсов А. В.** Использование систем поддержки принятия решений при обеспечении пожарной безопасности объектов // Тринадцатая научно-техническая конференция "Системы безопасности" — СБ-2004. — 2004. — С. 135–136.
17. **Топольский Н. Г., Слуев В. И., Холостов А. Л.** Информационное обеспечение поддержки принятия решений по спасению людей в опасных ситуациях // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". — 2010. — № 4. — 12 с. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2010-4/12-04-10.ttb.pdf> (дата обращения 29.08.2015).
18. **Афанасьев К. А., Войнов К. М., Фирсов А. В.** Концепция создания автоматизированной интегрированной системы безопасности и жизнеобеспечения морских портов городов Варна и Бургас // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". — 2005. — № 2. — 3 с. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2005-2/09.ttb.05.pdf> (дата обращения 29.08.2015).
19. **Свидетельство** о государственной регистрации программы для ЭВМ. Интеллектуальная система поддержки принятия решения на базе нечетких нейронных сетей для руководителя тушения пожара на территории ОАО "Калининградского морского торгового порта" / Т. С. Станкевич, А. В. Кипер; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВПО "БГАРФ". № 2013661903; заявл. 22.10.2013; опубл. 18.12.2013, Бюл. № 12 (86).



T. S. Stankevich, applicant, e-mail: nadezdastan39@mail.ru, State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow

Research of Decision-Making by Head of Fire Extinguishing in the Seaport

The article describes the findings of research of decision-making by head of fire extinguishing in the seaport. In this article the author has considered the basic average statistical indicators characterizing the fire safety in the Russian Federation. The author has determined that making effective management decisions by head of fire extinguishing reduces the duration of fire liquidation. The reduction in the duration of fire liquidation leads to a reduction in the number of fatalities in fires. The situational factors (factors that depend on the identity of mental processes, states and qualities of head) and personal factors (the specific circumstances that affect development, evaluation, selection and implementation of alternatives in the process of management decisions) affect the quality of management decisions by head of fire extinguishing. The impact of these factors complicates the process of management decision-making. The decision-making in the seaport is a complex and multifactorial process. A large number of decisions of head of fire extinguishing made under time pressure and uncertainty of the initial information are ineffective.

Keywords: fire, seaport, head of fire extinguishing, frequency of fatalities in fires, management decisions

References

1. **Koncepcija** obshhestvennoj bezopasnosti v Rossijskoj Federacii: [utverzhen Prezidentom RF 14 nojabrja 2013 No. Pr-2685]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_154602 (data accessed 29.08.2015).
2. **Federal'nyj zakon** ot 30 aprelja 1999 g No. 81-FZ "Kodeks tovnogo moreplavanija Rossijskoj Federacii". *Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii* ot 3 maja 1999. No. 18. Article 2207.
3. **Federal'nyj zakon** ot 29 dekabrja 2004 g. No. 190-FZ "Gradostroitel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii". *Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii* ot 2 avgusta 2010 g. No. 31. Article 4159.
4. **O sisteme** obespechenija bezopasnosti sudohodstva na vodnom transporte i roli gosudarstvennogo morskogo i rechnogo nadzora. *Materialy gosudarstvennoj sluzhby po nadzoru v sfere morskogo i rechnogo transporta*, 2008. URL: <http://council.gov.ru/files/journalsf/item/20090924133814.pdf> (data accessed 29.08.2015).
5. **Pozhary** i pozharnaja bezopasnost' v 2007 godu: Statisticheskij sbornik / pod obshh. red. N. P. Kopylova. M.: VNIPO, 2008. 137 p.
6. **Pozhary** i pozharnaja bezopasnost' v 2008 godu: Statisticheskij sbornik / pod obshh. red. N. P. Kopylova. M.: VNIPO, 2009. 137 p.
7. **Pozhary** i pozharnaja bezopasnost' v 2009 godu: Statisticheskij sbornik / pod obshh. red. N. P. Kopylova. M.: VNIPO, 2010. 135 p.
8. **Pozhary** i pozharnaja bezopasnost' v 2010 godu: Statisticheskij sbornik / pod obshh. red. V. I. Klimkina. M.: VNIPO, 2011. 140 p.
9. **Pozhary** i pozharnaja bezopasnost' v 2011 godu: Statisticheskij sbornik / pod obshh. red. V. I. Klimkina. M.: VNIPO, 2012. 137 p.
10. **Pozhary** i pozharnaja bezopasnost' v 2012 godu: Statisticheskij sbornik / pod obshh. red. V. I. Klimkina. M.: VNIPO, 2013. 137 p.
11. **Pozhary** i pozharnaja bezopasnost' v 2013 godu: Statisticheskij sbornik / pod obshh. red. V. I. Klimkina. M.: VNIPO, 2014. 137 p.
12. **Pozhary** i pozharnaja bezopasnost' v 2014 godu: Statisticheskij sbornik / pod obshh. red. V. I. Klimkina. M.: VNIPO, 2015. 124 p.
13. **Teterin I. M., Topol'skij N. G., Klimovcov V. M., Prus Ju. V.** Primenenie sistem podderzhki prinjatija reshenij rukovoditeljami operativnyh podrazdelenij pri tushenii požarov v krupnyh gorodah. *Internet-zhurnal "Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti"*. 2008. No. 4 (20). 21 p. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2008-4/07-04-08.ttb.pdf> (data accessed 29.08.2015).
14. **Denisov A. N., Shevcov M. V.** Informacionno-funkcional'nyj podhod k upravleniju silami i sredstvami na požare. *Internet-zhurnal "Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti"*. 2010. No. 3 (31). 7 p. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2010-3/01-03-10.ttb.pdf> (data accessed 29.08.2015).
15. **Teterin I. M., Klimovcov V. M., Prus Ju. V.** Metodologija razrabotki jekspertnyh sistem dlja operativnogo upravlenija požarnymi podrazdelenijami. *Internet-zhurnal "Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti"*. 2008. No. 5 (21). 68 p. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2008-5/07-05-08.ttb.pdf> (data accessed 29.08.2015).
16. **Afanas'ev K. A., Ginzburg V. V., Firsov A. V.** Ispol'zovanie sistem podderzhki prinjatija reshenij pri obespechenii požarnoj bezopasnosti ob'ektov. *Trinadcataja nauchno-tehnicheskaja konferencija "Sistemy bezopasnosti" — SB-2004*. 2004. P. 135—136.
17. **Topol'skij N. G., Sluev V. I., Holostov A. L.** Informacionnoe obespechenie podderzhki prinjatija reshenij po spaseniju ljudej v opasnyh situacijah. *Internet-zhurnal "Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti"*. 2010. No. 4. 12 p. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2010-4/12-04-10.ttb.pdf> (data accessed 29.08.2015).
18. **Afanas'ev K. A., Vojnov K. M., Firsov A. V.** Koncepcija sozdaniya avtomatizirovannoj integrirovannoj sistemy bezopasnosti i zhizneobespechenija morskikh portov gorodov Varna i Burgas. *Internet-zhurnal "Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti"*. 2005. No. 2. 3 p. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2005-2/09.ttb.05.pdf> (data accessed 29.08.2015).
19. **Svidetel'stvo** o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM. Intellektual'naja sistema podderzhki prinjatija reshenija na baze nechetkih nejronnyh setej dlja rukovoditelja tushenija požara na territorii OAO "Kaliningradskogo morskogo trgovogo porta" / T. S. Stankevich, A. V. Kiper. No. 2013661903; zajavl. 22.10.2013; opubl. 18.12.2013, bulletin No. 12 (86).

УДК 378; 004

Н. А. Южакова, старший лейтенант внутренней службы, адъюнкт, инспектор отдела, e-mail: Natali44-44@yandex.ru, Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России

Использование современных информационных технологий в педагогическом процессе в образовательных организациях высшего образования системы МЧС России

Выявлены особенности применения современных информационных технологий в процессе профессиональной подготовки специалистов в области защиты населения и территорий от вызовов и угроз современного мира. Приведены наиболее распространенные методы и формы обучения с применением компьютерных технологий в высших учебных заведениях МЧС России. Отражено широкое распространение информационных технологий в различных проявлениях. Раскрыта значимость и эффективность использования современных информационных технологий при формировании личностных и профессиональных качеств будущего специалиста МЧС России. Обусловлена необходимость информатизации профессиональной подготовки курсантов и специалистов МЧС России. Сделаны выводы о том, что информатизация образования энергично способствует более глубокому и полному усвоению учебного материала. Выявлены актуальные проблемы и вынесены предложения о необходимости создания возможности и условий для более активного применения в образовательном процессе компьютерных технологий курсантами и слушателями, оптимизации учебного процесса посредством информационных и компьютерных технологий.

Ключевые слова: педагогический процесс, информационные технологии, компьютерные технологии, информация, информатизация образования, инновационные методы обучения, специалисты МЧС России

Мы живем в век высоких технологий, на этапе широкого внедрения и распространения информации. Скорость происходящих перемен, стремительное появление новых технологий, быстрое изменение требований рынка труда, требований к компетентности, к компьютерной грамотности работников приводят к тому, что сегодня и практическая деятельность предъявляет жесткие требования к процессу подготовки специалистов, и в первую очередь сотрудников МЧС России, служба которых связана с оперативным реагированием и принятием решений при управлении мероприятиями по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций различного характера.

Активное реформирование высшего образования, увеличение количества изучаемых дисциплин в образовательных организациях высшего образования в системе МЧС России, рост объема информации, внедрение информационных технологий во все сферы жизнедеятельности человека ставят перед системой профессиональной подготовки специалистов в области защиты

населения и территорий от вызовов и угроз современного мира ряд новых и важных задач.

Кроме того, большое внимание необходимо уделять уровню личностного роста и саморазвития. Сегодняшний студент или курсант должен владеть современными информационными и телекоммуникационными средствами для эффективного решения любых задач.

В век стремительно развивающихся технологий важен переход педагогического процесса в образовательных организациях высшего образования МЧС России на качественно новый уровень, отвечающий современным требованиям. В целях повышения фундаментальности образования, его качества и эффективности, остро встает вопрос об интенсификации образовательного процесса посредством оптимального сочетания традиционных и "нетрадиционных" форм обучения.

За всю историю развития университетское образование претерпевает значительные трансформации, в частности изменяются формы организации обучения в высшей школе, но в то же время сохраняются традиционность, определенный

алгоритм взаимодействия преподавателя и курсанта, слушателя. Согласно толковому словарю русского языка С. И. Ожегова традицией является то, что перешло от одного поколения к другому, что унаследовано от предшествующих поколений (например, идеи, взгляды, вкусы, образ действий, обычаи) [1]. Таким образом, к традиционным технологиям обучения в высшей школе можно отнести технологии проведения лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных работ, организации самостоятельной работы.

Организация учебного процесса должна обеспечивать внедрение в учебный процесс новейших достижений науки, техники и технологий передового отечественного и зарубежного опыта [2]. В связи с этим появляются и нетрадиционные формы и методы обучения, назовем их инновационными. Инновации прочно вошли в нашу повседневную и профессиональную деятельность. Поэтому встает вопрос о понятии инновации, и насколько успешна и эффективна инновационная деятельность. Согласно Федеральному закону "О науке и государственной научно-технической политике", инновации — это введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях [3]

Россия ставит перед собой амбициозные, но достижимые цели долгосрочного развития, заключающиеся в обеспечении высокого уровня благосостояния населения и закреплении геополитической роли страны как одного из лидеров, определяющих мировую политическую повестку дня. Единственным возможным способом достижения этих целей является переход экономики на инновационную социально ориентированную модель развития [4]

Под инновационными методами обучения мы понимаем активную форму организации учебного процесса, направленную на индивидуальное развитие познавательных интересов и творческих способностей курсантов и слушателей посредством современной техники и технологий. Указанная форма предполагает информатизацию образования, основанную на внедрении современных информационных технологий обучения, а также овладение информационными и компьютерными технологиями непосредственно обучающимися. Названную проблему можно выделить в ряд наиболее актуальных.

Процесс информатизации образования способствует разработке подходов к использованию потенциала информационных технологий для развития личности курсантов. Значительно повышается уровень креативности их мышления, активно формируются умения разрабатывать стратегию самостоятельного поиска решений как учебных, так и служебных задач, создается возможность для прогнозирования результатов реализации принятых решений на основе моделирования изучаемых объектов, явлений, процессов, взаимосвязей между ними.

Университеты и академии МЧС России определяют основной целью своей деятельности кадровое и научно-инновационное обеспечение развития системы безопасности в области предупреждения и ликвидации последствий природных и техногенных катастроф на территории Российской Федерации. Основные направления научно-исследовательских работ, а также инновационной деятельности университета определяются с учетом приоритетных задач МЧС России, экономических и ресурсных возможностей университета по их реализации.

Вместе с тем одним из приоритетных направлений деятельности высших учебных заведений МЧС России является разработка и проведение испытаний программных и иных средств в области пожарной безопасности с целью внедрения в образовательный процесс новых информационных и коммуникационных технологий [5].

В современной высшей школе совершенно очевидны существенные изменения всей совокупности взаимоотношений, возникающих в педагогическом процессе, и последствия этих изменений, которые выражаются в новых условиях образования, содержании, технологиях [6].

При реализации образовательных программ в образовательных организациях высшего образования системы МЧС России реализуется электронное обучение, дистанционные образовательные технологии.

Под электронным обучением понимается организация образовательного процесса с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации,



взаимодействие участников образовательного процесса.

Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников [7]. Сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации учебного процесса. Сегодня дистанционное обучение приобретает статус одной из равноправных форм обучения. В университетах созданы серверы дистанционного обучения, вход на которые организован через сеть Интернет. Создана и постоянно пополняется дидактическая основа дистанционного обучения, основанная на электронных средствах обучения и технологиях удаленного доступа к ним. Для организации и обеспечения технической поддержки обучения по дистанционной форме созданы центры дистанционных образовательных технологий, которые обеспечивают надежную связь учебного администратора и преподавателей дистанционного обучения со слушателями, технически организуют проведение видеоконференций, а также осуществляют надежную защиту информации на учебном сервере.

При реализации образовательных программ электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в вузах МЧС России созданы условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды, включающей в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы, информационные и телекоммуникационные технологии.

В настоящее время в университетах и академиях МЧС России аудитории, в которых проходят занятия, оснащены современной аппаратурой для демонстрации и просмотра методических пособий на цифровых носителях, интерактивными учебными досками.

Компьютерные технологии широко используются профессорско-преподавательским составом при чтении лекций и проведении практических и семинарских занятий. Практически каждая лекция сопровождается презентацией с использованием персонального компьютера, изображение с которого проецируется на большой экран.

В презентациях используются не только изображения, но и фрагменты видеосюжетов.

В вузах МЧС России внедрены и широко используются достижения науки и высокие технологии в области безопасности жизнедеятельности населения, что способствует освоению новых наукоемких технологий. Данные технологии эффективно применяются при подготовке и переподготовке квалифицированных кадров.

Компьютерная составляющая в каждом учебном заведении составляет более 1000 единиц техники, объединенных в локальную сеть. В соответствии с современными тенденциями развития интернет-сообщества в МЧС России утверждена и активно реализуется Концепция развития интернет-ресурсов МЧС России до 2018 года [8]. Постоянно совершенствуются интернет-ресурсы Министерства и методы и подходы к реализации информационной деятельности. В целях реализации данной концепции компьютерные классы позволяют курсантам и слушателям работать в международной информационно-телекоммуникационной сети Интернет. С помощью сети Интернет обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса. Вместе с тем компьютеры оснащены необходимой нормативно-правовой информацией, которая находится в базе данных компьютерных классов, обеспеченных полной версией программ "Консультант-плюс", "Гарант", "Законодательство России", "Пожарная безопасность".

В целях повышения информирования личного состава в университетах устанавливаются информационные киоски с сенсорными экранами. В таких киосках курсанты и слушатели могут найти информацию о расписании занятий, о культурных и спортивных мероприятиях региона, а также могут задать вопрос начальнику университета и оставить свои пожелания или комментарии. Информационная составляющая киосков ежегодно пополняется и обогащается.

В каждом учебном заведении МЧС России созданы библиотеки, которые соответствуют всем современным требованиям: каждое рабочее место читального зала оборудовано индивидуальным средством освещения, в зале установлены компьютеры с возможностью выхода в Интернет, телевизоры и видеотехника

для просмотра учебных пособий. Также создана электронная библиотека университета, доступ к которой для сотрудников, слушателей, курсантов и студентов осуществляется через внутренний сервер вуза.

Безусловно, в данной статье перечислены не все возможности использования современных информационных технологий в педагогическом процессе. Со временем их перечень будет постоянно расширяться. Однако опыт применения инновационных методов обучения позволяет уже сделать некоторые выводы.

Во-первых, подготовка курсантов и слушателей в области информатики, несмотря на то, что все они проходили одинаковое обучение весьма различается. Некоторые обучающиеся так и не овладевают элементарными пользовательскими навыками по работе со стандартным программным обеспечением и могут использовать компьютер только как пишущую машинку. В связи с этим необходимо создавать возможности и условия для более активного применения курсантами и слушателями компьютерных технологий в процессе обучения.

Во-вторых, существенно заметно преимущество использования компьютерных и информационных технологий с точки зрения организации обучения и оптимизации учебного процесса.

В-третьих, использование компьютерных технологий в учебном процессе вызывает живой интерес у курсантов и слушателей и способствует более глубокому и полному усвоению учебного материала.

В-четвертых, деятельность сотрудника МЧС России тесно связана с применением сложных информационных технологий и основы их использования должны быть заложены в вузе.

Преимущество современных информационных технологий сложно переоценить, так как они играют определяющую роль в эффективности формирования личностных и профессиональных качеств будущего специалиста. Инновационные методы помогают курсантам и слушателям обучиться активным способам получения новых знаний, позволяют овладеть более высоким уровнем социальной активности, являются залогом реализации творческих способностей обучающихся и способствуют приближению учебного процесса к повседневной жизни.

При использовании инновационных методов в организации учебного процесса обучающиеся

проявляют инициативу. Процесс и результат получения знаний приобретает высокую личную значимость для курсанта и слушателя, что позволяет развивать способности самостоятельного решения проблемы.

Для успешного внедрения инновационных технологий в процесс преподавания необходимо изменить закрепленные стереотипы и основы проведения лекций у самих преподавателей. Преподаватель должен обладать комплексным набором навыков и знаний, основанных на использовании современных инновационных методов работы со студентами.

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований, информационными и компьютерными технологиями, постоянный поиск оптимальных путей решения современных проблем позволяют образовательным организациям высшего образования МЧС России преумножать научный и научно-педагогический потенциал, обеспечивать непрерывность и преемственность научных исследований и образовательного процесса.

Список литературы

1. **Словарь** Ожегова. URL: <http://www.ozhegov.org> (дата обращения 02.10.2015).
2. **Методические рекомендации** по организации практик (стажировок) профессорско-преподавательского состава, слушателей, курсантов и студентов образовательных учреждений Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.
3. **Федеральный закон** от 23.08.1996 № 127-ФЗ "О науке и государственной научно-технической политике" (ред. от 13.07.2015).
4. **Распоряжение** Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р "О стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 г."
5. **Санкт-Петербургский университет** ГПС МЧС России. URL: www.igps.ru; раздел — общие сведения (дата обращения 29.09.2015, 02.10.2015).
6. **Акулова О. В., Писарева С. А., Пискунова Е. В., Тряпина А. П.** Современная школа: опыт модернизации. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2005. — 290 с.
7. **Федеральный закон** от 29 декабря 2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".
8. **Решение** Коллегии МЧС России от 25 марта 2015 г. № 6/III.



N. A. Yuzhakova, Inspector, e-mail: Natali44-44@yandex.ru, Department of administrative work and legal activity of Emercom of Russia, Postgraduate, Saint-Petersburg university of the fire service of Emercom of Russia

Use of Modern Information Technologies in Pedagogical Process in the Educational Organizations of the Higher Education of System of Emercom of Russia

Features of application of modern information technologies in the course of vocational training of experts in the field of protection of the population and territories against calls and threats of the modern world are revealed. The most widespread methods and forms of education with application of computer technologies are given in higher educational institutions of Emercom of Russia. The wide circulation of information technologies is reflected in various manifestations. The importance and efficiency of use of modern information technologies when forming personal and professional qualities of future specialist of Emercom of Russia is opened. Need of informatization of vocational training of cadets and specialists of Emercom of Russia is caused. Conclusions that education informatization vigorously promotes deeper and full assimilation of a training material are drawn. Actual problems are revealed and offers on need of creation of opportunity and conditions for more active application in educational process of computer technologies by cadets and listeners, optimization of educational process by means of information and computer technologies are taken out.

Keywords: pedagogical process, information technologies, computer technologies, information, education informatization, innovative methods of training, professionals of Emercom of Russia

References

1. **Dictionary** of Ozhegov. URL: <http://www.ozhegov.org>; (date of the address 02.10.2015).
2. **Methodical recommendations** about the organization practician (probations) higher-education teaching personnel, слушателей, cadets and students of educational institutions of Emercom of Russia.
3. **Federal law** of August 23, 1996 No. 127 FZ "About science and the state scientific and technical policy" (edit of July 13, 2015).
4. **Order** of the Government of RF of December 8, 2011 № 2227 "About strategy of innovative development of the Russian Federation for the period till 2020".
5. **Saint-Petersburg** university of the fire service of Emercom of Russia. URL: www.igps.ru; part — overview (date of the address 29.09.2015, 02.10.2015).
6. **Akulova O. V., Pisareva S. A., Piskunova E. V., Tryapitsina A. P.** Modern school: experience of modernization. — SPb.: Publishing house of Herzen University, 2005. — P. 290.
7. **Federal law** of December 29, 2012 No. 273 "About education in the Russian Federation".
8. **Decision** of Board of Emercom of Russia of March 25, 2015 No. 6/III.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5397, тел./факс (499) 269-5510, e-mail: bjd@novtex.ru, <http://novtex.ru/bjd>

Телефон главного редактора (812) 670-9376(55), e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 03.11.15. Подписано в печать 17.12.15. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ116.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания

и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солишнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солишнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru