



**АКАДЕМИЯ ГПС МЧС РОССИИ
ВСЕМИРНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ им. А.А. БЛАГОНРАВОВА РАН**

МАТЕРИАЛЫ

*тридцатой международной
научно-технической конференции*

“СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ – 2021”

25 ноября 2021, Москва



**STATE FIRE ACADEMY OF EMERCOM OF RUSSIA
WORLD ACADEMY OF SCIENCES FOR COMPLEX SECURITY
INTERNATIONAL INFORMATIZATION ACADEMY
MECHANICAL ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

PROCEEDINGS

*of Thirtieth International
Scientific-Technical Conference*

“SAFETY SYSTEMS – 2021”

November 25 2021, Moscow

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman

V. Butko (Russia)

Co-chairmans

M. Aleshkov (Russia)

N. Topolskiy (Russia)

Committee members

A. Bibilov (S. Osetia)

P. Vagner (Germany)

P. Goman (Belarus)

L. Katai-Urban (Hungary)

L. Kvitsiniya (Abhazija)

I. Likhanov (Russia)

B. Mavliankariev (Uzbekistan)

N. Mahutov (Russia)

V. Minaev (Russia)

V. Molkov (Grate Britan)

R. Khabibulin (Russia)

V. Chuhno (Russia)

V. Iurkov (Russia)

Secretary

D. Shihalev (Russia)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

В. Бутко (Россия)

Сопредседатели

М. Алешков (Россия)

Н. Топольский (Россия)

Члены оргкомитета

А. Бибилов (Ю. Осетия)

П. Вагнер (Германия)

П. Гоман (Беларусь)

Л. Катаи-Урбан (Венгрия)

Л. Квициния (Абхазия)

Ю. Лиханов (Россия)

Б. Мавлянкариев (Узбекистан)

Н. Махутов (Россия)

В. Минаев (Россия)

В. Мольков (Великобритания)

Р. Хабибулин (Россия)

В. Чухно (Россия)

В. Юрков (Россия)

Секретарь

Д. Шихалёв (Россия)

УДК 614.8

ББК 68.9

ISSN 2305-6711

Материалы тридцатой международной научно-технической конференции "Системы безопасности – 2021" / Под общей редакцией д-ра техн. наук, профессора Топольского Н.Г. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. 547 с.

Изложены тезисы докладов тридцатой международной научно-технической конференции "Системы безопасности – 2021".

Издано в авторской редакции.

© Академия Государственной противопожарной службы, 2021

Proceedings contain theses of reports on Thirtieth International Scientific-Technical Conference "Safety Systems – 2021".

Published in author's edition.

© Academy of State Fire Service, 2021

УЧАСТНИКАМ КОНФЕРЕНЦИИ

С удовлетворением отмечаем, что в Академии Государственной противопожарной службы МЧС России проводится юбилейная 30-я ежегодная международная научно-техническая конференция по проблемам обеспечения комплексной безопасности, посвящённая году науки и технологий.

Эта конференция организована Академией совместно с Международной академией информатизации, Всемирной академией наук комплексной безопасности и Институтом машиноведения РАН.

Опыт двадцати девяти предыдущих конференций в 1992-2020 гг. показал их практическую полезность для специалистов по созданию, автоматизации, информатизации и интеграции различных систем и служб безопасности; моделированию процессов возникновения и развития аварий, катастроф, пожаров и других опасных событий и явлений, порождающих чрезвычайные ситуации.

Выражаем надежду, что активное сотрудничество специалистов вузов, НИИ и других организаций заинтересованных стран, взаимный обмен опытом, научно-методическими материалами по организационным, управленческим, техническим и программным средствам обеспечения безопасности будут способствовать повышению безопасности в различных сферах человеческой деятельности.

Председатель организационного комитета
Начальник Академии ГПС МЧС России
генерал-лейтенант внутренней службы

В.С. Бутко

Сопредседатель организационного комитета
заслуженный деятель науки РФ,
академик РАЕН, д-р техн. наук, профессор

Н.Г. Топольский

FOREWORD TO THE PARTICIPANTS OF THE CONFERENCE

We note with satisfaction that in Academy of State Fire Service of Emercom of Russia carried Jubilee 30th Annual International Scientific-Technical conference on the problems of ensuring complex safety, dedicated to the Year of Science and Technology.

This conference organized by the State Fire Academy of Emercom of Russia jointly with International Informatization Academy, World academy of sciences for complex security and Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences.

The experience of twenty nine of the previous International Conferences in 1992-2020 has shown their practical value for experts, working in the field of development, automatization, informatization and integration of various safety systems and services; simulation of origin and development of failures, accidents, fires and other emergency cases.

We express the hope, that active cooperation of the experts of universities, research institutes and other organizations of concerned countries, the mutual exchange of experience, scientific-methodical materials on organizational, managerial, technical, hardware and software development will favour the increase of safety in various spheres of human activity.

Chairman of Organizing Committee
Chief of Academy of State Fire Service
of EMERCOM of Russia,
Lieutenant General of the Internal Service



V. Butko

Co-Chairman of Organizing Committee
Honored Worker of Science of Russia
Academician of RANS, d.s., prof.



N. Topolskiy

СЕКЦИЯ 1

МЕТОДИЧЕСКИЕ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Нгуен Ле Зуй (Вьетнам)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРНЫХ И АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Предложенный подход позволяет оценить жизненный цикл устройств защитного отключения электрооборудования в процессе его эксплуатации, а также проанализировать процессы, протекающие в электрической сети предприятия, относящиеся к функциям автоматизированной системы предотвращения пожаров от электрооборудования.

Ключевые слова: мониторинг, устройства защитного отключения, пожарная опасность, промышленные объекты.

Nguyen Le Duy (Vietnam)

AUTOMATED SYSTEM FOR PREVENTING FIRE AND EMERGENCY SITUATIONS IN THE ELECTRIC EQUIPMENT OF INDUSTRIAL FACILITIES

The proposed approach makes it possible to assess the life cycle of protective shutdown devices of electrical equipment during its operation, as well as to analyze the processes occurring in the electrical network of an enterprise related to the functions of an automated system for preventing fires from electrical equipment.

Key words: monitoring, residual current circuit breakers, fire hazard, industrial facilities.

Основные задачи анализа риска аварий на опасных производственных объектах заключаются в представлении лицам, принимающим решения:

- объективной информации о состоянии пожарной и промышленной безопасности объекта;
- сведений о наиболее опасных, "слабых" местах с точки зрения пожарной и промышленной безопасности;
- обоснованных рекомендаций по уменьшению риска пожаров и аварий [1].

Разработан алгоритм работы всей системы предотвращения аварийной ситуации, вызванной токами утечки в электрооборудовании промышленного объекта (рис. 1).

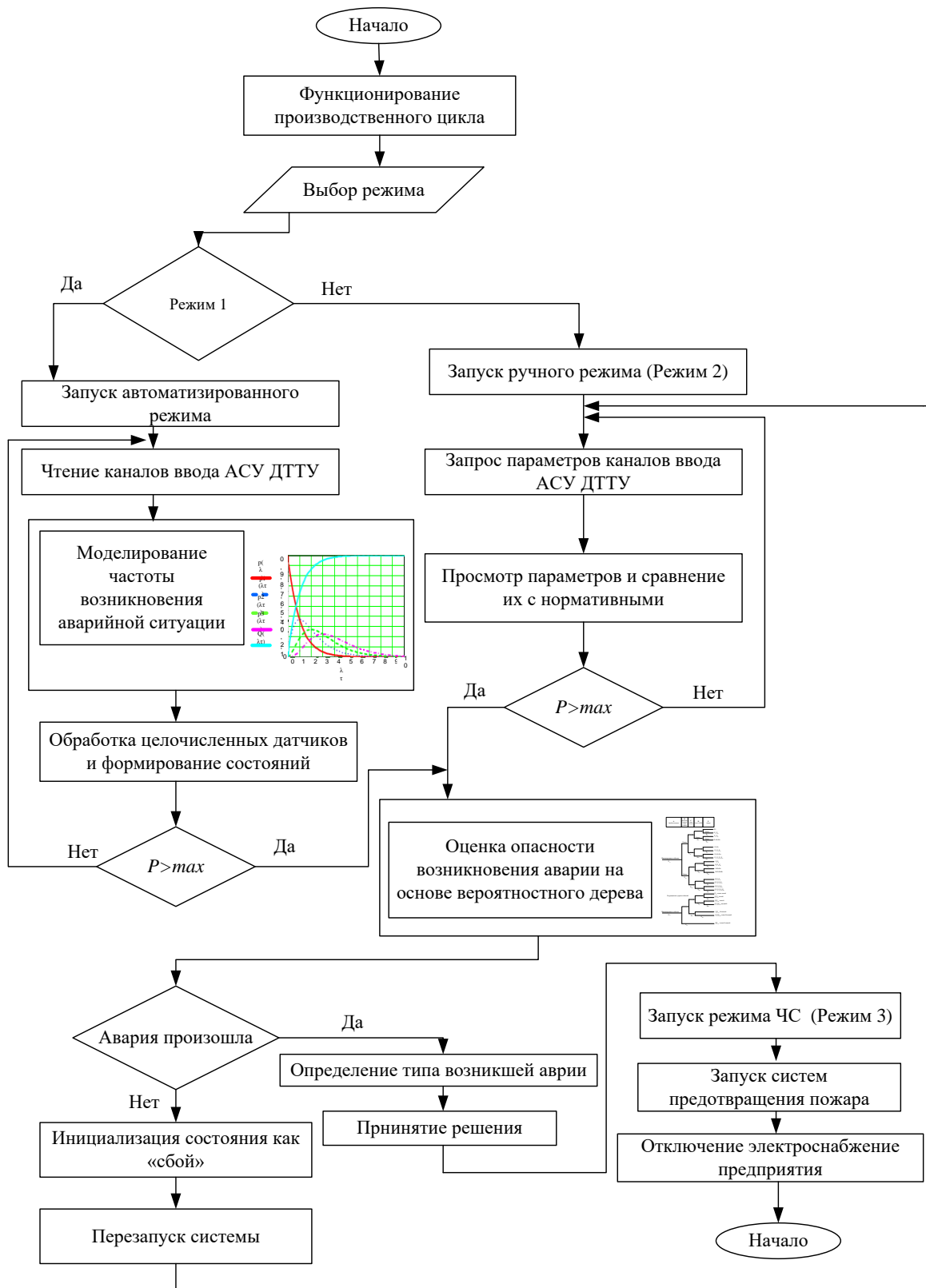


Рис. 1. Блок-схема алгоритма работы автоматизированной системы предотвращения аварийной ситуации, вызванной токами утечки, с использованием вероятностной модели устройств защитного отключения

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) электрооборудования осуществляет контроль в следующих режимах работы:

- 1) автоматизированного управления и контроля состояния оборудования электроснабжения производственных объектов;
- 2) в реальном масштабе времени;
- 3) в нормальных, предаварийных, аварийных и послеаварийных режимах.

Первый режим обеспечивает следующие основные временные характеристики выполнения функций:

- время представления режимной и сигнальной информации на экранах рабочих мест, а также время от подачи команды управления до получения подтверждения о её исполнении в условиях наибольшей загрузки электроустановок нижнего уровня и сети (не превышает 1,5 с);
- периодичность опроса аналоговых и дискретных сигналов не превышает 0,1 с;
- период обновления информации на средствах индикации не превышает 0,5 с.

Функционирование алгоритма автоматизированной системы предотвращения аварийной ситуации, вызванной токами утечки, на основе теоретико-автоматной модели устройства защитного отключения осуществляется по следующим этапам:

1. В процессе функционирования производственного цикла у системы имеется три режима работы:

- режим 1 – автоматизированный;
- режим 2 – ручной;
- режим 3 – режим ЧС.

2. В повседневном режиме работы промышленного объекта функционирование осуществляется в режиме 1. В данном режиме автоматически происходит чтение каналов ввода электросети. Происходит постоянное чтение и замеры параметров электросети при помощи дифференциального трансформатора токов утечки. По данным показателям производится постоянное моделирование частоты возникновения аварийной ситуации, основанное на распределении Пуассона. По полученным данным производится обработка данных. В случае, если показатели частот находятся в допустимых пределах, функционирование производится по ранее изложенному алгоритму.

3. В случае, если контролируемые параметры частот превысили допустимые пределы, происходит оценка опасности возникновения аварии на основе вероятностного построения дерева событий.

4. При возникновении аварии происходит определение типа аварии.

5. При определении типа аварийной ситуации происходит принятие решения диспетчером АСУТП предприятия и перевод системы в режим 3 (режим ЧС). В данном режиме диспетчер отключает электроснабжение на предприятии и производит запуск систем предотвращения пожара.

6. В случае если система не определила тип аварийной ситуации, данное состояние оценивается как "сбой" и происходит перезапуск системы.

Отличительные особенности режима 2 от режима 1 заключаются в блоке запроса параметров каналов ввода электросети промышленного объекта. Просмотр параметров частот аварийных ситуаций и их моделирование осуществляется в двух режимах автоматически. Диспетчер АСУТП по своему решению может в любой момент наблюдать за производственным циклом и в случае необходимости отправлять рабочую группу на профилактические работы электросетей [2].

Предлагаемый алгоритм представляет собой абстрактный вычислитель, обеспечивающий решение задач предотвращения аварийной ситуации, вызванной токами утечки, с использованием вероятностной модели устройств защитного отключения (УЗО).

Предложенный подход позволяет оценить жизненный цикл устройств защитного отключения электрооборудования в процессе его эксплуатации, а также проанализировать процессы, протекающие в электрической сети предприятия, относящиеся к функциям автоматизированной системы предотвращения пожаров от электрооборудования.

Литература

1. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. М.: Наука, 1965. 54 с.

2. Топольский Н.Г. Основы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов. М.: МИПБ МВД России, 1997. 164 с.

Нгуен Ле Зуи (Вьетнам)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ВЬЕТНАМА

Предложенный подход позволяет определить состояние устройства защитного отключения, прогнозировать его состояние в составе автоматизированной системы предотвращения аварийной ситуации, вызванной токами утечки в электрооборудовании промышленной электросети.

Ключевые слова: оценка, устройства защитного отключения, пожарная опасность, промышленные объекты.

Nguyen Le Duy (Vietnam)

AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM FOR ELECTRICAL EQUIPMENT OF INDUSTRIAL FACILITIES IN VIETNAM

The proposed approach allows you to determine the state of the protective shutdown devices (PSD), predict its state as part of an automated system for preventing an emergency situation caused by leakage currents.

Key words: grade, residual current circuit breakers, fire hazard, industrial facilities.

Современные автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) представляют собой сложнейшие системы, включающие технические средства, алгоритмы управления, методы и средства информационного и программного обеспечения [1]. Надёжность АСУТП обеспечивает не только правильное технологическое функционирование, но и, что особенно важно, безопасность производства. Проблема оценки надёжности АСУТП только усугубляется в последнее время.

Надёжность вычислительной системы является ключевым аспектом при построении АСУТП. В соответствии с ГОСТ 27.002-83 "Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения", надёжность трактуется как "свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования" [2].

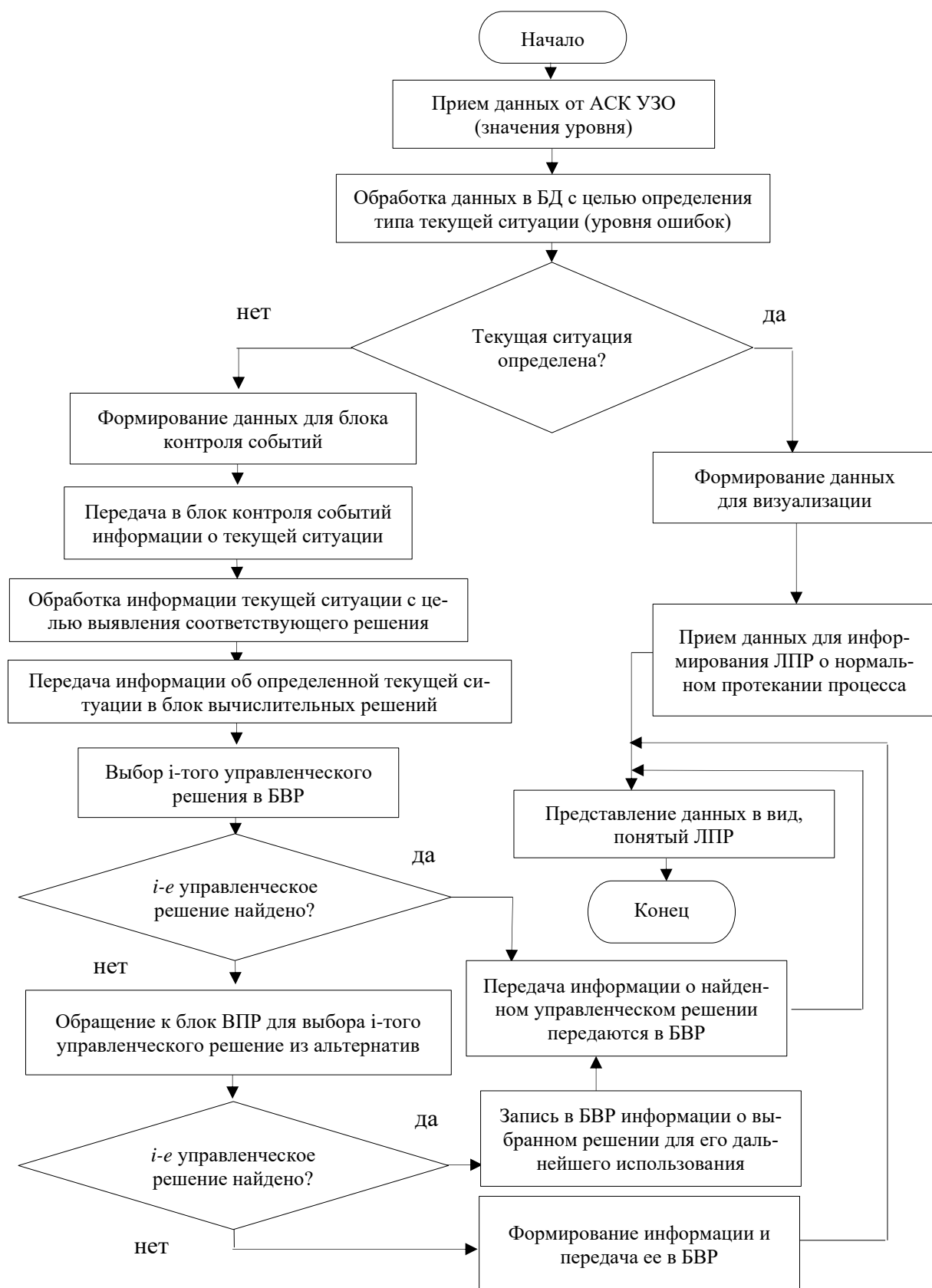


Рис. 1. Блок-схема алгоритма функционирования автоматизированной системы предотвращения пожарных и аварийных ситуаций в электрооборудовании

Как видно из определения, надёжность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его пребывания может включать несколько терминов.

Надёжность АСУТП в большей степени определяется теми же факторами, что и надёжность технических средств, однако доминирующими являются дефекты и ошибки [3].

Разработан алгоритм функционирования автоматизированной системы предотвращения пожарных (АСПП) и аварийных ситуаций в электрооборудовании (рис. 1).

Полученные данные поступают в базу данных (БД) АСПП. В случае, если текущая ситуация определена как регламентированный процесс, то лицу, принимающему решение (ЛПР) выдаётся сообщение об отсутствии необходимости вмешательства в производственный процесс. В случае, если текущая ситуация определена как негативная, данные поступают в блок контроля ситуаций (БКС) для определения близкой к текущей ситуации априорной ситуации, то есть ситуации, на которую имеется решение. Выбор решения производится в блоке вычислительных решений (БВР), однако в случае близости нескольких априорных ситуаций производится обращение к блоку предварительных решений (БПР), где производится выбор только одной наиболее эффективной априорной ситуации для сложившейся текущей ситуации.

Разработанный алгоритм позволяет оценить поступающую текущую ситуацию, классифицировать её и выбрать управляющее воздействие по её разрешению, тем самым значительно снизить вероятность возникновения пожаров, аварий и аварийных ситуаций в электрооборудовании.

Литература

1. Топольский Н.Г. Основы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов. М.: МИПБ МВД России, 1997. 164 с.
2. Тетюшев А.В. Отказоустойчивые самовосстанавливающиеся информационные системы // Информационные технологии моделирования и управления. 2007. № 1 (35). С. 120-126.
3. James C.D., Aimone J.B., Miner N.E., Vineyard C.M., Rothganger F.H., Carlson K.D., Mulder S.A., Draelos T.J., Faust A., Marinella M.J., Naegle J.H., Plimpton S.J. A historical survey of algorithms and hardware architectures for neural-inspired and neuromorphic computing applications // Biologically Inspired Cognitive Architectures. 2017. Vol. 19. Pp. 49-64. <https://doi.org/10.1016/j.bica.2016.11.002>

*Н.Г. Топольский, В.А. Минаев, Кйеу Туан Ань, Чан Минь Хоанг Ха
(Россия, Вьетнам)*

НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МОДЕЛЬНЫХ РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ

Осуществляется анализ направлений математического моделирования при решении задач управления противопожарной службой. Охарактеризованы методы исследования больших данных, имитационного моделирования, искусственного интеллекта и другие перспективные подходы. Показано, что для выбора перспективных методов и средств современного моделирования при решении задач противопожарной службы необходимо их соотнести с этапами управленческого цикла.

Ключевые слова: моделирование, противопожарная служба, управленческий цикл.

*N.G. Topolsky, V.A. Minaev, Kieu Tuan Anh, Chan Minh Hoang Ha
(Russia, Vietnam)*

DIRECTIONS OF PROMISING MODEL DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF SOLVING THE FIRE SERVICE PROBLEMS

The analysis of the mathematical modeling directions in solving the problems of fire service management is carried out. The methods of big data research, simulation modeling, artificial intelligence and other promising approaches are characterized. It is shown that in order to select promising methods and means of modern modeling in solving the tasks of the fire service, it is necessary to connect them with the stages of the management cycle.

Key words: modeling, fire service, management cycle.

Сегодня насчитывается множество научных публикаций, раскрывающих возможности математического моделирования с использованием современных компьютерных технологий для решения задач управления противопожарной службой [1, 2].

Несмотря на то, что некоторая часть из них рассматривает перспективы применения моделирования, исходя из своеобразной дани новым веяниям в сфере средств и методов анализа, оценки, прогнозирования пожарной обстановки и управления противопожарной службой, большинство исследователей все же преследует цели раскрытия всей глубины проблематики создания моделей с учётом специфики пожарных рисков и сложности факторного комплекса, их определяющих.

Как на концептуальном, так и на предметном уровне рассмотрения спектра направлений деятельности подразделений противопожарной службы, в научных работах многих исследователей детально изучены принципы построения математических моделей, раскрыты новые возможности обработки стратегической, оперативно-тактической и оперативной информации о состоянии и динамике пожарной обстановки, использовании противопожарных ресурсов.

Для этого используются методы анализа больших данных, имитационного моделирования, искусственного интеллекта и другие перспективные подходы. Разрабатываемые современные компьютерные системы и математические модели и методы ориентированы на управление ресурсами противопожарной службы, анализ сложного факторного комплекса пожарной обстановки, построение систем предупреждения и тушения пожаров нового поколения и на другие перспективные сферы, относящиеся к деятельности указанной службы.

Важной проблемой, требующей комплексного изучения на основе компьютерных математических моделей, выступает подготовка кадров противопожарной службы. Применительно к её решению применительно к Вьетнаму существует необходимость упорядочения понятийного аппарата, выделения главных аспектов, связанных с перспективами управления современным образовательным процессом. В частности, текущая пандемия требует быстрой адаптации и развития дистанционных образовательных платформ.

Для чёткого выбора перспективных методов и средств современного моделирования с точки зрения их применения для эффективного решения управленческих задач противопожарной службы необходимо их соотнести с этапами управленческого цикла [3].

Агрегированное представление управленческого цикла учёными Института проблем управления РАН состоит из четырёх этапов – планирования, организации, стимулирования и контроля. Основываясь на таком концептуальном подходе, далее общие этапы можно детализировать с выделением актуальных задач противопожарной службы. Среди таких задач выделяются: анализ, оценка и прогнозирование пожарной обстановки; управление силами и средствами противопожарной службы с учётом складывающейся оперативной ситуации (ОС); управление деятельностью противопожарной службы в чрезвычайных условиях; расстановка сил и средств противопожарной службы с учётом территориальных различий пожарных рисков; организация взаимодействия с другими оперативными службами при обострении пожарной обстановки.

Понятно, что этим перечнем актуальные задачи не исчерпываются. Существуют другие и возникают новые задачи управления по мере развития пожарной науки и противопожарных технологий.

Оперирование категориями управленческого цикла существенно приближает к чёткому соотнесению методов моделирования и средств реализации моделей к его этапам и задачам, решаемым различными службами и подразделениями противопожарной службы.

Охарактеризуем возможности компьютерного моделирования при решении задач комплексного управления ресурсами противопожарной службы. Выделяются пять основных перспективных направлений моделирования в указанной области:

- традиционные статистические модели (корреляционные, регрессионные, факторные, дискриминантные и т.п.);
- модели, развиваемые в рамках теории игр;
- модели, основанные на использовании искусственного интеллекта, в частности, машинного обучения и нейросетей;
- модели клеточных автоматов;
- динамические модели диффузии инноваций.

Каждый тип моделей имеет свои преимущества и недостатки при решении конкретных управленческих задач, возникающих в деятельности противопожарной службы.

Корреляционные модели обычно применяются на первом этапе исследований, например, для определения статистической взаимосвязи двух или нескольких случайных величин при изучении пожарных рисков. Коэффициент корреляции служит количественной мерой взаимосвязи случайных величин, которая может быть положительной, отрицательной или нулевой (в случае отсутствия статистической взаимосвязи случайных величин).

Второй этап характерен для построения *регрессионных моделей*, позволяющих объяснить степень детерминированности зависимой переменной независимыми переменными. Регрессионная модель позволяет прогнозировать значения зависимой переменной, отражающей пожарную обстановку, с помощью независимых, а также определять вклад независимых переменных в вариацию зависимой.

С помощью *факторных моделей* решают две основные задачи: определение взаимосвязей между переменными и сокращение числа переменных, используемых для описания значений показателей риска, пожарной обстановки, требуемого противопожарного ресурса.

Посредством *дискриминантных моделей* решаются задачи распознавания образов. Дискриминантные модели, в отличие от кластерных, позволяют анализировать образы, классы, известные априори.

Искать оптимальные стратегии в организации борьбы с пожарами позволяют *модели теории игр*. В таких моделях рассматриваются, как правило, две стороны – огнеборцы и природа, окружающая среда, формирующие поле пожарных рисков. На основе игровых моделей выбирают лучшие стратегии противопожарной службы с учётом различных предположений о "поведении" противной стороны и её ресурсах.

Модели искусственных нейронных сетей строятся по принципу организации сетей нервных клеток живого организма. После обучения такие модели могут использоваться для решения практических задач: прогнозирования пожарной обстановки и пожарных рисков, распознавания уровня пожарной опасности того или объекта, типологизации объектов по пожарной опасности, управления ресурсами противопожарной службы с выбором наиболее эффективной стратегии и др.

В рамках *моделей клеточных автоматов* отражается конечное множество дискретных состояний (например, 0 – боец пожарной команды не воспринял и не выполнил приказ руководителя тушением пожара, 1 – воспринял и выполнил приказ), а также правил перехода между состояниями. При моделировании целесообразно ориентироваться на группы в десятки индивидов, определяемые величиной сил и средств, привлекаемых для тушения пожара и устранения его последствий.

Динамические модели диффузии инноваций позволяют качественно описывать взаимодействие характеристик пожарной обстановки и ресурсных параметров противопожарной службы с целью определения её влияния негативные последствия пожаров и нахождения эффективных вариантов управления ею.

Методическим инструментарием реализации таких моделей является системно-динамическое моделирование, обоснованное и реализованное Дж. Форрестером [4].

Данный метод имитационного моделирования уже неоднократно применён в различных приложениях и считается наиболее приемлемым для исследования больших систем, включая задачи изучения их структуры, оценки влияния изменения различных системных параметров.

Среди свойств таких моделей следует назвать четыре основных: целенаправленность, реалистичность, устойчивость, удобство применения. При этом следует ориентироваться на итерационный способ, позволяющий при необходимости с любого этапа вернуться на любой из предыдущих в целях внесения улучшений, уточнений и упрощений.

В число этапов разработки моделей входят:

- уяснение и формулировка целей (целеполагание);
- определение свойств и параметров модели;
- составление структурной схемы модели;
- формальное описание элементов модели и установление связей между ними;
- экспериментальная проверка модели, оценка её адекватности.

В имитационном моделировании выделяют три разновидности. Приведем их краткую характеристику, ориентируясь на перспективы применения для решения задач управления противопожарной службой, особо выделяя управление её ресурсами.

Агентное моделирование. В этой разновидности основным является исследование поведения децентрализованных агентов и влияние их на деятельность всей системы в целом. Агентами применительно к деятельности противопожарной службы выступают персонал, подразделения, ресурсы и т.д.

При описании модели вводятся параметры агентов, характеристики их поведения. Далее устанавливаются возможные связи агентов, и запускается процесс моделирования, в котором индивидуальные поведения агентов, по сути, суммируясь, образуют глобальное поведение моделируемой системы.

Рассматриваемый метод начал широко применяться с начала XXI века, будучи обусловленным:

- необходимостью исследования более сложных систем;
- расширением технологии агентного моделирования;
- появлением мощной аппаратной поддержки (возросшие возможности процессоров, объёмы компьютерной памяти).

К настоящему времени, пока не создан стандартный язык агентного моделирования, агентную модель задают графически или с помощью сценариев.

Системная динамика. Возникнув в теории и практике управления в конце 1950-х, к настоящему времени системная динамика ориентирована на исследование сложных социальных систем с нелинейным поведением и неочевидной динамикой взаимодействий.

Метод позволяет изучать динамические системы, при этом:

- моделируемая система является целевой структурой, обладающей собственным поведением;
- в модели выделяются циклы обратной связи, уравнивающего или усиливающего типа;
- задаются накопители, отражающие состояние системы в любой момент времени и потоки, определяющие процессы, происходящие в системе.

Он считается одним из самых эффективных и универсальных методов системного анализа и подготовки принятия решений в условиях высокой неопределённости и сложности. Нуждается в значительной аппаратной поддержке для проведения сложнейших расчётов, включающих большое количество переменных и зависимостей между ними.

Дискретно-событийное моделирование. Появление метода произошло несколько позже, чем системная динамика. В этих моделях описываются процессы, составляющие последовательность операций. При этом используется графическое представление в виде диаграммы процесса, блоки которой отражают отдельные операции. Начало процессов – это блок "источник", генерирующий агентов. Затем они передаются в последующие блоки диаграммы, задающие операции моделируемого процесса, а завершается диаграмма блоком, поглощающим всех агентов.

Агентами в моделях могут быть самые различные объекты. Например: пожарные; объекты, различающиеся по опасности; сигналы о пожарной тревоге; выезды на пожары и т.д. Это могут быть и ресурсы: персонал, пожарные машины, цистерны с водой, пожарные лестницы, другое пожарное оборудование и транспорт.

Типовые операции: задержка (моделируется выполнение определенной операции, например, обработку тревожного сигнала), тушение пожара, использование при этом определенного ресурса, ветвление процесса обслуживания из-за интенсификации пожара и т.д. При обслуживании пожаров из-за возможной конкуренции за обладание противопожарными ресурсами в дискретно-событийных моделях появляются задержки, а, следовательно, и очереди.

В числе типовых результатов реализации дискретно-событийной модели выступают:

- оптимальное распределение ресурсов;
- время задержки агента в системе или какой-то её части;
- длина очередей;
- время ожидания обслуживания;
- пропускная способность, узкие места системы.

Совокупность характеристик и особенностей рассматриваемых методов имитационного моделирования обуславливают направления их использования для решения конкретных задач управления противопожарной защитой.

В силу этого, агентное моделирование более эффективно для исследования объектов, учитывающих индивидуальные свойства в системе противопожарной защиты и правила поведения её отдельных элементов (агентов), а также их прямого или косвенного взаимодействия. Например, характеристики пожарных депо, логистика продвижения пожарной техники по территории города, показатели распространения пожаров на объектах, влияние пожарных рисков на противопожарное состояние объектов.

Метод системной динамики хорошо зарекомендовал себя для объектов, в которых требуется изучать их массовое поведение во времени и в зависимости от структуры построения системы, взаимодействия между её элементами. Системная динамика отражает поведение системы в результате множества взаимодействующих положительных и отрицательных обратных связей и задержек в её структуре. Её перспективно применять для построения планов тушения пожаров, исследования их динамики, а также при организации управления ресурсами противопожарной службы.

Применение дискретно-событийного моделирования нацелено на объекты, для изучения которых нужно рассматривать ключевые моменты (события) в функционировании моделируемой системы, производя замену реальных непрерывных процессов цепочкой событий. Поэтому метод возможно эффективно использовать в исследовании логистики продвижения пожарных команд в условиях города, описании вывода людей из горящих и сильно задымленных помещений, дежурных частях пожарной охраны как системах массового обслуживания.

Литература

1. Брушлинский Н.Н., Есин В.М., Слуев В.И. и др. Пожарные риски. Вып. 4. Управление пожарными рисками / Под ред. Н.Н. Брушлинского, Ю.Н. Шебеко. М.: ВНИИПО МЧС России, 2006. 148 с.
2. Коробец Б.Н., Минаев В.А., Топольский Н.Г., Дао Ань Туан. Управление ресурсами противопожарной службы с учётом типологии территорий по пожарной опасности // Вестник Российского нового университета. Серия "Сложные системы: модели, анализ, управление". 2018. Вып. № 3. С. 74-88.
3. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Управление организационными системами: механизмы, модели, методы // Приборы и системы управления. 1997. № 4. С. 55-57.
4. Форрестер Дж. Мирская динамика / Пер. с англ. А. Ворощука, С. Пегова. М.: изд-во АСТ, 2003. 379 с.

В.А. Минаев, Н.Г. Топольский, Кйеу Туан Ань (Россия, Вьетнам)
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ
СОСТАВЛЯЮЩИХ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ ВЬЕТНАМА

Приводятся новые модели взаимосвязи компонент ресурсного обеспечения различного вида применительно к Вьетнаму и его округам. Описаны зависимости стоимости материально-технических средств службы пожарной безопасности Вьетнама и количества пожарных автомобилей от количества пожарных. Показана высокая объяснимость зависимостей – не менее 91 %. Делается вывод об актуальности полученных результатов для решения задач оптимального управления ресурсным обеспечением противопожарной службы страны на основе методов и моделей теории активных систем.

Ключевые слова: Вьетнам, пожарная безопасность, моделирование, ресурсы.

V.A. Minaev, N.G. Topolsky, Kieu Tuan Anh (Russia, Vietnam)
MODELING THE INTERCONNECTIONS OF COMPONENTS
OF RESOURCE SUPPORT OF FIRE SERVICE IN VIETNAM

New models of the interrelation of resource support components of various types in relation to Vietnam and its districts are presented. The dependences of the cost of material and technical means of the fire safety service of Vietnam and the number of fire trucks on the number of firefighters are described. The high explainability of dependencies is shown – at least 91 %. The conclusion is made about the relevance of the results obtained for solving the problems of optimal resource management of the country's fire service on the basis of methods and models of the active systems theory.

Key words: Vietnam, fire safety, modeling, resources.

Учитывая связанность ресурсов различного вида с кадровым обеспечением противопожарной службы [1, 2], построим соответствующие аналитические зависимости, присущие Вьетнаму. Начнём с зависимости количества пожарных автомобилей от количества пожарных (рис. 1), построенной на эмпирических данных Вьетнама.

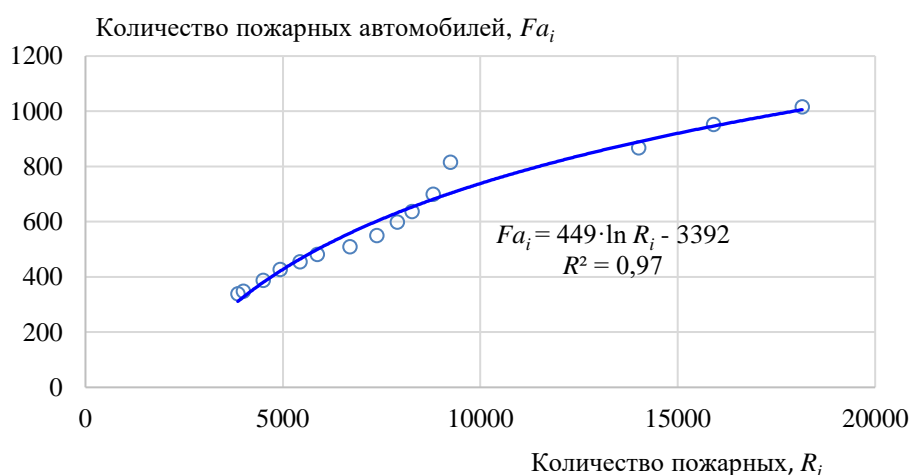


Рис. 1. Зависимость количества пожарных автомобилей от количества пожарных во Вьетнаме (эмпирические данные обозначены кружками)

Из рис. 1 следует, что зависимость количества пожарных автомобилей Fa_i от количества пожарных R_i с высокой точностью (97 %) подчиняется следующему соотношению:

$$Fa_i = 449 \cdot \ln R_i - 3392, \quad (1)$$

где $i = 1, 2, \dots, I$;

I – количество лет наблюдения (в рассматриваемом случае – 15 лет).

Рассмотрение исследованной зависимости в масштабах каждого из шести административных округов Вьетнама, подтверждает выявленное логарифмическое соотношение между количеством пожарных автомобилей и количеством пожарных (табл. 1).

Таблица 1

Расчётные параметры зависимости количества пожарных автомобилей от количества пожарных

Округ Вьетнама	Общая зависимость $F^k_a = \alpha \cdot \ln R_k - \beta$		Объяснимость
	α	β	$R^2 \cdot 100 \%$
1. Дельта Хонгхи	108	642	94 %
2. Северный Мидлендс и горные провинции	55	295	98 %
3. Центральное побережье	97	588	99 %
4. Центральное нагорье	29	143	97 %
5. Юго-Восточный	78	446	91 %
6. Дельта Меконга	63	362	94 %
Вьетнам в целом	449	3392	97 %

Используя соотношения для оптимального территориального распределения кадровых ресурсов [2], предложены варианты оптимального распределения пожарных автомобилей к административным округам Вьетнама. Для решения практических задач территориального распределения пожарных автомобилей по округам Вьетнама в зависимости от количества пожарных сведём расчётные показатели в табл. 1. При этом коэффициенты объяснимости варьируются в диапазоне 91-98 %.

Другие виды ресурсов противопожарной службы после детального исследования их взаимосвязи с кадровыми ресурсами, количеством пожарных автомобилей и т.п., имеет смысл распределять в соответствии с устоявшимися эмпирическими зависимостями, оправданными многолетним опытом планирования ресурсов в противопожарной службе, либо в пропорциональном отношении. Так, для примера смоделируем зависимость общей стоимости материально-технических средств службы пожарной безопасности от количества пожарных применительно к Вьетнаму (рис. 2).

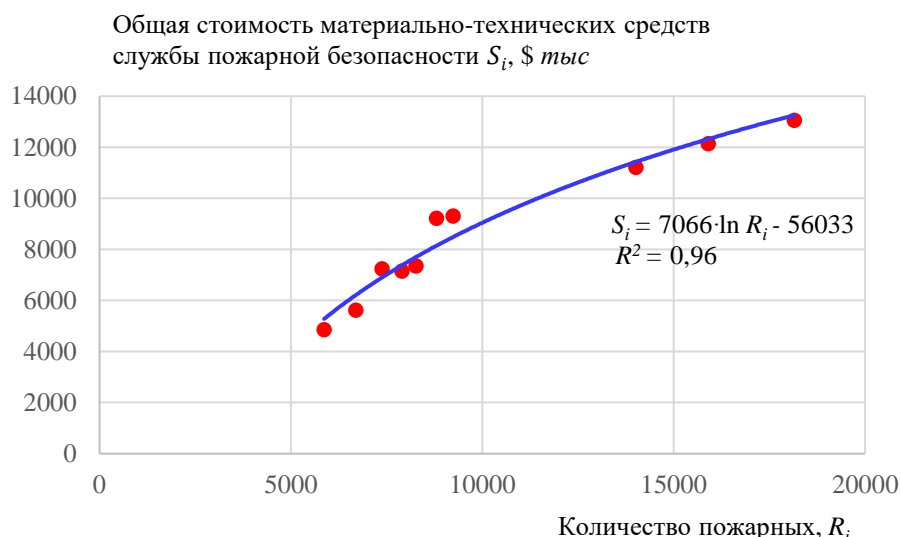


Рис. 2. Зависимость общей стоимости материально-технических средств службы пожарной безопасности Вьетнама от количества пожарных (эмпирические данные обозначены кружками)

Из рис. 2 следует, что зависимость общей стоимости материально-технических средств службы пожарной безопасности S_i от количества пожарных R_i с достаточно высокой точностью (96 %) во Вьетнаме описывается формулой:

$$S_i = 7066 \cdot \ln R_i - 56033, \quad (2)$$

где $i = 1, 2, \dots, I$;

I – количество лет наблюдения (в рассматриваемом случае – 10 лет).

Ориентируясь на выявленную зависимость между численностью пожарных в округе и стоимостью указанных ресурсов, целесообразно использовать формулу (2) для обоснования распределения материально-технических ресурсов между территориальными службами пожарной безопасности административных округов Вьетнама. При этом авторы основное внимание сосредоточили на методах и моделях теории активных систем [5], важным концептуальным посылом которой является реализация принципа "затраты-результаты" при построении критериев эффективности управления ресурсами на базе математического моделирования.

Литература

1. Минаев В.А., Топольский Н.Г., Чу Куок Минь. Оптимальное территориальное распределение кадровых ресурсов противопожарной службы Вьетнама // Технологии техносферной безопасности. 2015. Вып. 3 (61). <http://academygps.ru/ttb>

2. Минаев В.А., Топольский Н. Г., Кйеу Туан Ань. Эффективность территориального распределения кадровых ресурсов противопожарной службы Вьетнама // Технологии техносферной безопасности. 2019. Вып. 2 (84). С. 63-71. <https://doi.org/10.25257/TTS.2019.2.84.63-71>

3. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Управление организационными системами: механизмы, модели, методы // Приборы и системы управления. 1997. № 4. С. 55-57.

В.А. Минаев, Н.Г. Топольский, Кйеу Туан Ань (Россия, Вьетнам)
ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
РЕСУРСОВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ ВЬЕТНАМА

Приведены основные соотношения для определения количества различного типа ресурсов, используемых противопожарной охраной Вьетнама и его округов. Описаны зависимости числа пожарных автомобилей и материально-технических средств от количества пожарных. Делается вывод об актуальности полученных результатов для решения задач оптимального управления ресурсным обеспечением противопожарной службы.

Ключевые слова: Вьетнам, пожарная безопасность, моделирование, распределение ресурсов.

V.A. Minaev, N.G. Topolsky, Kieu Tuan Anh (Russia, Vietnam)
TERRITORIAL-DYNAMIC RESOURCES ALLOCATION
OF THE VIETNAM FIRE SERVICE

The main ratios for determining the number of different types of resources used by the fire protection of Vietnam and its districts are given. The dependences of fire trucks number and material and technical means on the number of firefighters are described. The conclusion is made about the relevance of the results obtained for solving the problems of optimal resource management of fire protection.

Key words: Vietnam, fire safety, modeling, resource allocation.

В табл. 1 приведено распределение провинций округов Вьетнама по кластерам в результате решения задачи их комплексной типологизации, осуществлённой в работе [1].

Таблица 1

Распределение провинций округов Вьетнама
по типологическим кластерам

№ округа Кластеры	1	2	3	4	5	6	Всего
Кластер 1	0	0	12	0	0	0	12
Кластер 2	0	12	0	0	0	0	12
Кластер 3	11	2	2	0	0	0	15
Кластер 4	0	0	0	0	6	13	19
Кластер 5	0	0	0	5	0	0	5
Всего	11	14	14	5	6	13	63

Из анализа табл. 1 можно сделать следующие выводы:

Для провинций, которые сгруппировались в кластерах 1, 2 и 5, характерны схожесть природных условий и климатических факторов, социально-экономического развития, пожарной обстановки и ресурсного обеспечения противопожарной службы.

Третий кластер на три четверти состоит из провинций Дельты Хонгхи и на четверть – из соседних провинций Северного Мидлендса и горных провинций, а также Центрального побережья, которые имеют сходство как по природным и климатическим условиям, так и по показателям социально-экономического развития, характеристикам пожарной обстановки и ресурсного обеспечения противопожарной службы.

Четвёртый кластер, находящийся в южной части Вьетнама, состоит на 68 % из провинций Дельты Меконга и примерно одной трети – из провинций Юго-Восточного округа.

Характеризуя единичные "перешедшие" в соседние кластеры провинции, отметим, что они:

- представляют приграничные с "принимающим" кластером районы, позволяя выделить компактные по пожарной обстановке территориальные образования;

- похожи по характеристикам с теми, которые изначально формируют основу кластеров.

Так, провинции БакЗанг, ФуТхо (Северный Мидлендс и горные провинции), ТханьХоа, НгхеАн (Центральное побережье), "перешедшие" в третий кластер, схожи с интегральными характеристиками кластера в том, что они:

- быстро развиваются в экономическом отношении (совершенствуется инфраструктура, создаются промышленные парки, развиваются транспортные связи с экономическим центром Севера – г. Ханой);

- характеризуются одинаковыми погодными условиями;

- сравнимы по пожарной обстановке и ресурсам противопожарной службы среднестатистической провинции "принимающего" кластера.

Для четвёртого кластера, куда "перешли" шесть провинций Дельты Меконга, общими являются:

- темпы экономического роста, которые в "пришедших" провинциях также высоки, как в "принимающем" кластере, активно развивается промышленность и её высоко технологичный сектор;

- пожарная обстановка – наиболее опасная в стране, а ресурсы противопожарной службы – наиболее масштабны.

Сопоставляя существующую административную структуру Вьетнама и результаты типологизации его территорий в однородные группы (кластеры) по пожарной обстановке, можно сделать вывод, что с незначительным допущением можно приведённые выше количественные расчёты к управлению ресурсами противопожарной службы ориентировать на традиционную систему её окружных управлений.

Так, исходя из распределения, приведённого в табл. 1, применительно к первому округу Вьетнама (Дельта Хонгхи) целесообразно применять результаты расчётов для 3 кластера; ко второму округу – для 2 и 3 кластеров, взвешенных по числу пожаров в вошедших в них при типологизации провинций; к третьему округу – для 1 и 3 кластеров по числу пожаров в вошедших в них при типологизации провинций; к четвёртому округу – для 5 кластера по числу пожаров; к пятому округу – по числу взвешенных пожаров из 4 кластера; к шестому округу – также по числу взвешенных пожаров из 4 кластера.

Для начала в соотношение, описывающее количественную зависимость числа пожарных автомобилей от количества пожарных в первом округе Вьетнама (Дельта Хонгхи), подставим соответствующую формулу для оптимального распределения ресурсов, представленную в работе [2]:

$$F^1 a = 36 \cdot \left[3 \ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4 \ln F_3 \right] - 642. \quad (1)$$

Для второго округа (Северный Мидлендс и горные провинции) указанная зависимость описывается соотношением:

$$F^2 a = 55 \cdot \left[\ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4/3 \cdot \ln(12/14 \cdot F_2 + 2/14 \cdot F_3) \right] - 295. \quad (2)$$

Соответственно, применительно к третьему округу (Центральное побережье) соотношение запишется в виде:

$$F^3 a = 97 \cdot \left[\ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4/3 \cdot \ln(12/14 \cdot F_1 + 2/14 \cdot F_3) \right] - 588. \quad (3)$$

Для четвёртого округа (Центральное нагорье) количественная зависимость числа пожарных автомобилей от количества пожарных определяется соотношением:

$$F^4 a = 29 \cdot \left[\ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4/3 \cdot \ln F_5 \right] - 143. \quad (4)$$

В пятом округе (Юго-Восточный) зависимость следующая:

$$F^5 a = 78 \cdot \left[\ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4/3 \cdot \ln(6/19 \cdot F_4) \right] - 446. \quad (5)$$

В шестом округе (Дельта Меконга) указанная зависимость приобретает вид:

$$F^6 a = 63 \cdot \left(\ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 4/3 \cdot \ln(13/19 \cdot F_4) \right) - 362. \quad (6)$$

Используя зависимость общей стоимости материально-технических средств службы пожарной безопасности Вьетнама от количества пожарных, также представленную в совместной статье авторов, можно определить прогнозируемую величину стоимости материально-технических средств в кластерах:

$$S_i = 7066 \cdot \ln \frac{R}{\sum_{k=1}^K F_k^{4/3}} + 9421 \cdot \ln F_i - 56033, \quad (7)$$

где $k = 1, \dots, 5$; $i = 1, \dots, 5$ – номера кластеров.

Как уже говорилось выше, иные виды ресурсов могут распределяться по существующим алгоритмам в соответствии с прогнозными величинами пожарных, числом пожарных автомобилей и т.п.

Таким образом, задача оптимального распределения ресурсов противопожарной службы Вьетнама должна решаться на основе комплексных критериев, отражающих влияние ресурсного обеспечения деятельности противопожарной службы на снижение пожарных рисков, значительно отличающихся в территориальном аспекте.

Литература

1. Минаев В.А., Топольский Н.Г., Чу Куок Минь. Оптимальное территориальное распределение кадровых ресурсов противопожарной службы Вьетнама // Технологии техносферной безопасности. 2015. Вып. 3 (61). <http://academygps.ru/ttb>

2. Минаев В.А., Топольский Н. Г., Кйеу Туан Ань. Эффективность территориального распределения кадровых ресурсов противопожарной службы Вьетнама // Технологии техносферной безопасности. 2019. Вып. 2 (84). С. 63-71. <https://doi.org/10.25257/TTS.2019.2.84.63-71>

Dao Anh Tuan, Mai Danh Giang (Vietnam)

RESEARCH TO APPLY GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) TO FIRE FIGHTING AND PLANNING OF FIRE FIGHTING TEAMS IN HANOI CITY

The use of information technology helps to improve the effectiveness of fire protection. It is proposed to use applications of the Geographic Information System (GIS) for firefighting control and planning the location of fire departments in the city of Hanoi (Vietnam).

Key words: application, firefighting, planning.

Дао Ань Туан, Май Зань Занг (Вьетнам)

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРОТУШЕНИЕМ И ПЛАНИРОВАНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ В Г. ХАНОЙ

Применение информационных технологий помогает повысить эффективность противопожарной защиты. Предложено использовать приложения Географической информационной системы (ГИС) для управления пожаротушением и планирования расположения пожарных подразделений в городе Ханой (Вьетнам).

Ключевые слова: применение, пожаротушение, расстановка.

1. Introduction

The strong development of Science and Technology has led to the application of digital technology in all areas of life in general and the field of fire prevention and fighting in particular which is an objective necessity. Facing the increasingly complicated fire and explosion situation in Hanoi in recent times, the application of smart technology solutions to fire prevention and fighting in general, firefighting and planning of firefighting teams in particular will be a new turning point to improve the efficiency of fire prevention and fighting.

2. Actual situation of commanding and operating the firefighting work and the planning of firefighting teams in Hanoi city

The Hanoi Fire Prevention and Fighting Police Force is under the Hanoi Public Security Department, as of August 2021, Hanoi city has 11 teams under the Police Department of Fire Prevention and Fighting and Rescue (including 4 professional teams, 1 police team for fire prevention and fighting and rescue on rivers, 6 teams of fire prevention and fighting and rescue in other areas), 30 police teams of fire prevention and fighting and rescue, corresponding to 30 districts, with the number of 1.739 officers and soldiers.

From August 2018 to August 2021, the whole city had 5.788 fires and explosions, which killed 43 people, injured 92 people, caused property damage estimated at 330 billion VND, burned nearly 35 hectares of forest. Also during this period, the Police force of fire prevention and fighting and rescue also participated in 552 rescues; rescued and successfully guided escape for 538 people, found 157 victims' bodies [1].

The reception of fire alarm information in the city is currently being carried out through the fire alarm channel by telephone through the command information center +114 under the Staff Department – the Hanoi City Public Security, a few others are made through the landline number of the local Fire and Rescue Team or the Fire and Rescue Team of Public security of districts. The Command Information Center +114 has 06 telephone lines to receive fire alarms and has 3 officers who are always on duty, at the regional firefighting teams or the firefighting and rescue teams of Public security of districts, there is always one officer on duty to receive fire alarms. After receiving the fire alarm, the fire alarm center will use the walkie-talkie to mobilize the fire fighting forces (prioritize the units near the fire and the local management unit where the fire occurs), such mobilization is based on the experience of the officer who are on duty at the center. In addition, at the Fire and Rescue Team of the Fire Prevention and Fighting and Rescue Police Department, there is always a map of the water source for fire fighting, and always has an officer on duty to inform other teams participating the fire fighting to know the location of the nearest fire-fighting water source. The current fire alarm reception and firefighting command have basically met the requirements, but they are not really synchronous and have not applied much information technology.

According to QCVN 01:2021/BXD the National Technical Regulation on construction planning: “A network of police teams for fire prevention and fighting needs to be arranged so that within a radius of 3 km for the urban center area and 5 km for other areas, there must be a team of Fire Prevention and Fighting Police” [2]. Hanoi city has an area of 3.324,92 km², and currently has 37 teams of Fire and Rescue Police, through which it can be seen that with the current number of teams, it has not met the requirements set forth. Therefore, the establishment of more Teams as well as the application of information technology in the planning is extremely urgent.

3. The application of Geographic Information System to fire fighting and planning of fire fighting teams in Hanoi city

Geographic Information System (GIS) has been applied in many fields but has not been widely applied in fire prevention and fighting in Hanoi city which is still mainly carried out according to the experience of the executive commander.

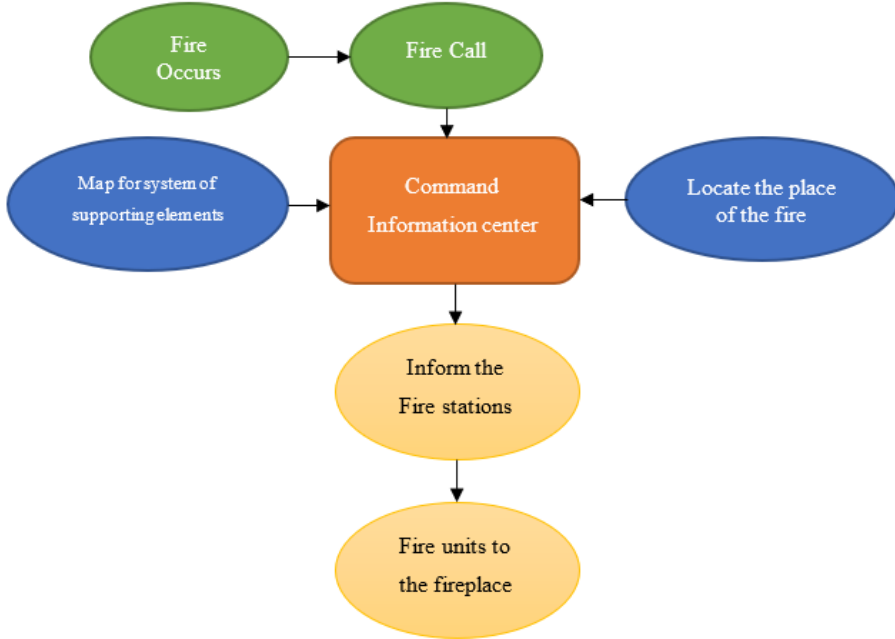


Figure 1. Model for firefighting when the system is deployed

*** Applying GIS to command of fire fighting operations**

GIS can find the shortest route through the Closet Facility function. It can build a network for the traffic data layer, and perform the data layer creation for points (nearest firefighting teams, fire hydrants, public security stations, medical centers and power stations, etc.)

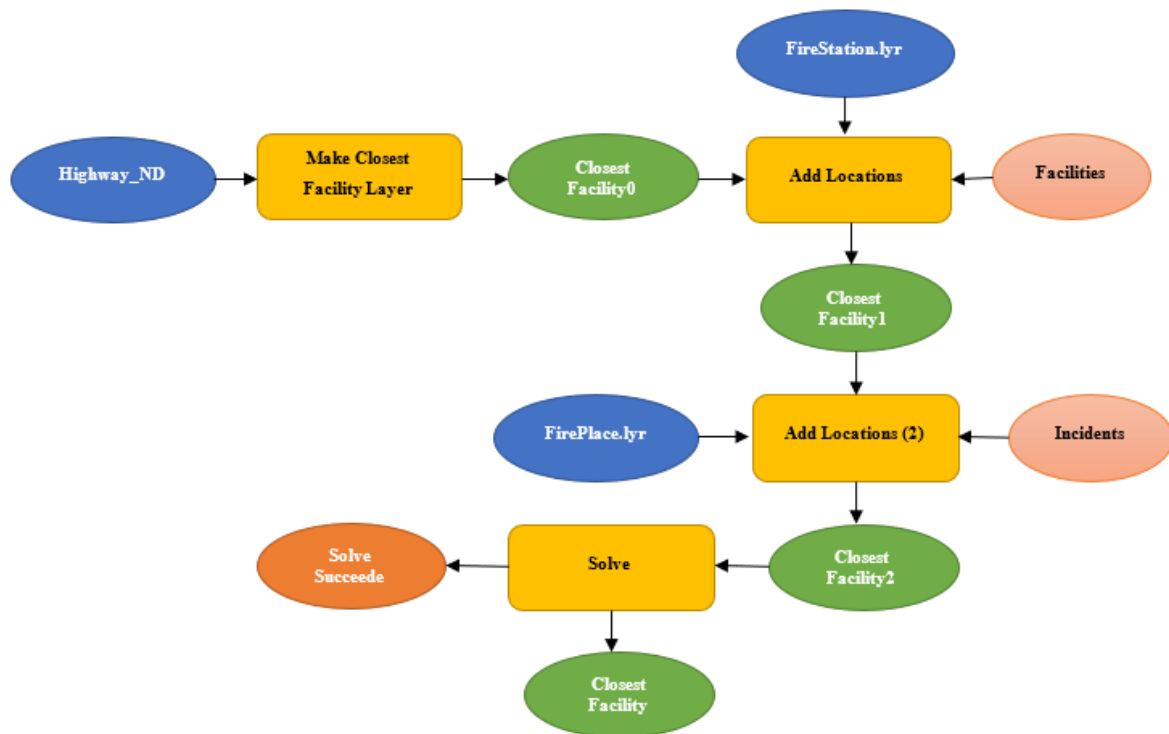


Figure 2. Model for building the search tool of the nearest route to points

We can select each route and see the parameters of the selected route will be displayed.

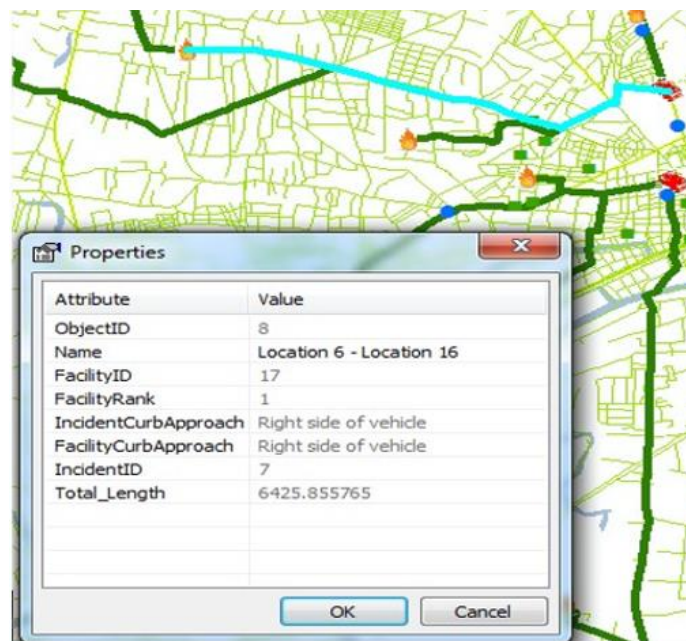


Figure 3. Viewing properties of a route:

Name: name of routes, according to the way of determining network properties, the starting point will be where the incident occurs, the end point will be support points (firefighting teams, fire hydrants, public security stations, medical centers and power stations, etc.);

Total_Length: Total length of routes

Thus, when a fire, explosion or rescue incident occurs, based on the location of the incident, the application will give suggestions on the most optimal route for rescue forces, helping the commander make the right decisions and based on the application's suggestions for troubleshooting.

It is possible to change the number of search units and the number of items to be searched such as 1, 2, 3... the application can give suggestions to many units at the same time such as nearest public security stations, medical centers and power stations, etc... serving the command and control of fire fighting.

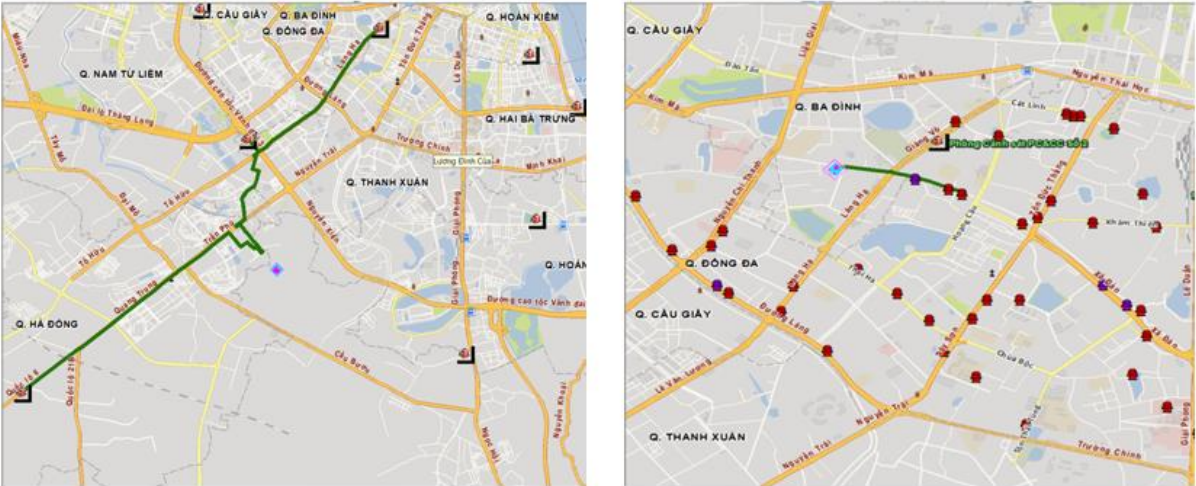


Figure 4. Search screen of 3 firefighting teams, fire hydrants that are closest to a fire

*** Using GIS to serve the planning of firefighting teams**

In addition to the route search tool, GIS provides tools to support the planning of fire prevention and fighting through the search tool of service areas. Specifically, the application can give results on the range that can be covered by the firefighting teams based on the parameters of the average speed of the fire vehicles and the travel time to the fire scene.

The fire service area can be determined through the speed and travel time of fire vehicles, with the same speed, if the fire vehicle runs on the road without being affected by the impact factors, the larger the time, the wider the service area will be and vice versa. Therefore, for the fire fighting to be highly effective, the planning of fire fighting teams is really necessary to ensure that the fire vehicles can reach fires as quickly as possible. For urban areas where traffic jams often occur, the speed of fire vehicles is usually not high, therefore, it is necessary to arrange more dense fire fighting teams to ensure a smaller service area, whereas, in some suburban areas, the speed of fire vehicles may be higher, so the radius of protection of fire fighting teams may be wider.

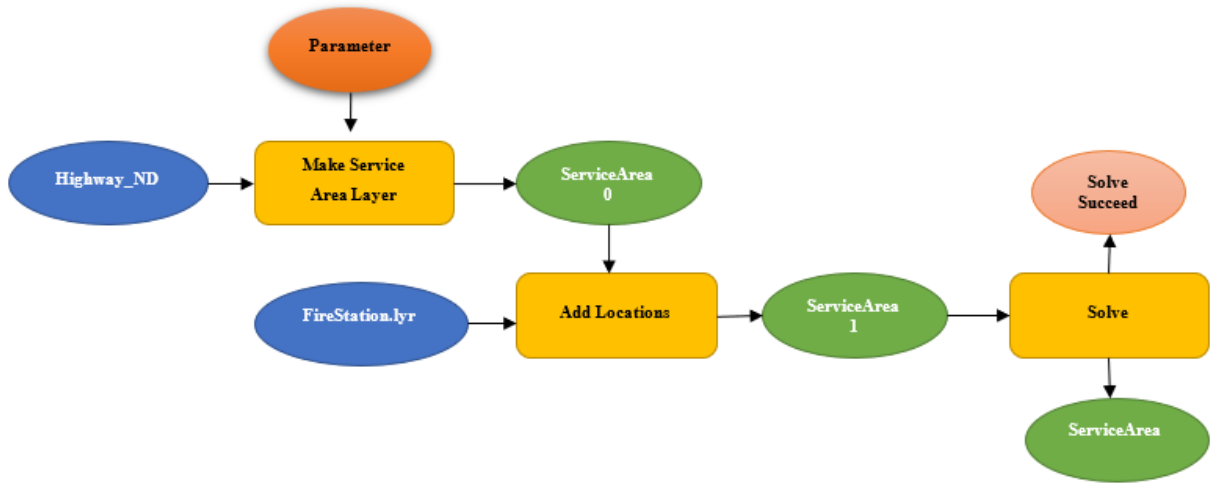


Figure 5. Model of building the search tool of service areas

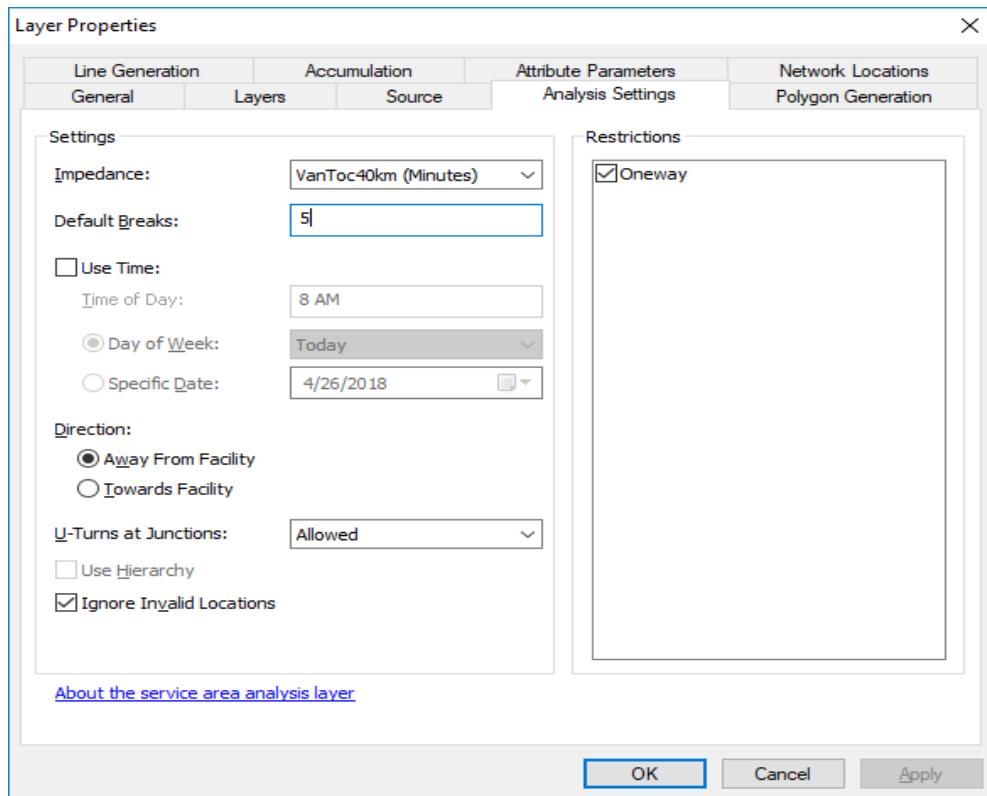


Figure 6. Tool to enter information about speed and travel time of fire vehicles:
 Impedance: Speed of the fire vehicle;
 Default Break: Travel time (minutes)



Figure 7. Results for service area with 60 km/h speed and 10 min travel time

4. Conclusion

The command and operation of fire fighting and planning of fire fighting units must be flexible under the support of technology. However, the command and operation of fire fighting still depends heavily on other factors such as the fighting capacity of the fire fighting unit for each specific fire. The establishment of more fire fighting teams also entails many difficulties such as finance, human resources, vehicles, stations, etc. For areas not covered by the fire force, the fire prevention and fighting must be further improved through propaganda and dissemination of legal knowledge on fire prevention and fighting, equipping fire fighting means from the beginning and promoting the motto of "four-on-the-spot" (on-the-spot command, on-the-spot forces, on-the-spot vehicles, on-the-spot supplies and logistics) in firefighting in the event of a fire.

References

1. Summary reports for the period 2018-2021 of the Police Department of Fire Prevention and Fighting and Rescue – Hanoi City Public Security.
2. QCVN 01:2021/BXD the National Technical Regulation on construction planning.
3. Arcgis 10.2 User Manual.

Irina Katai-Urban, Gyula Vass, Zsolt Cimer (Hungary)

RISK ASSESSMENT IN THE FIELD OF INDUSTRIAL SAFETY

The analysis of risk assessment and management requirements used for the implementation of the regulation on prevention of major industrial accidents hazards has been carried out. The report contains a brief overview of the methods and procedures that contribute to an increase in industrial safety.

Key words: disaster management, Hungary, major industrial accidents; risk assessment.

Ирина Катаи-Урбан, Дюла Ваши, Жолт Цимер (Венгрия)

ОЦЕНКА РИСКА В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Проведён анализ требований к оценке и управлению рисками, используемых при реализации положения о предотвращении опасности крупных промышленных аварий в Венгрии. Доклад содержит краткий обзор методов и процедур, которые способствуют повышению промышленной безопасности.

Ключевые слова: защита от стихийных бедствий, Венгрия, крупные промышленные аварии, оценка рисков.

Introduction

The Hungarian Parliament adopted on September 19, 2011 the act 2011/CXXVIII. on disaster management and on the amendment of individual, related acts [1] (hereinafter: disaster management act) which meant a professional paradigm shift with regard to several fields in disaster management.

The renewed requirements related to the protection of the public are stipulated in the government regulation about the protection against major accidents involving hazardous substances, no. 219/2011 (X. 20.) [2] hereinafter: major accident regulation) covers the provisions regarding industrial safety at hazardous establishments.

The Hungarian regulations on disaster management use mainly risk based requirements for the purposes of industrial safety and authorisation and supervision.

In the present article the author will provide a scientific overview on the above mentioned application of risk management methodologies.

Risk assessment and management in the field of industrial safety

The Disaster Management Act requires the operators of hazardous establishments to demonstrate that their activities do not pose an unacceptable hazard to the population, material assets and the environment, and that they made every reasonable effort to prevent major accidents and reduce their effects. Depending on the hazardous impact, the operator can be required to provide data, prepare

safety reports, safety analyses or serious damage prevention plan, and an internal protection plan for the site (as part of the safety report or safety analyses), ensure the conditions for carrying out the responsibilities specified in the internal protection plan, information of the population on the hazardous activities, potential hazards to the population and protection measures taken.

According to the national legislation in force, the responsibilities of the National Directorate General for Disaster Management (NDGDM) and of the 20 regional directorates, established in the protection against major accidents involving dangerous substances, include the operation of the administrative authorization system and the supervision and control system for the plants subject to the Seveso III Directive and for below tier plants (establishments under lower-tier threshold is 25 %).

The plants subject to the Disaster Management Act shall assess the realistic possibility, probability, causes and conditions of major accidents on grounds in the documentation submitted to the authorities. These assessments shall describe the external or internal causes of accidents, and the probable stages of the course of accidents. The operator may use any method to identify the risks and assess the risk of major accidents that are used in the international practice and generally recognized by the professional community. The most widespread method used in Hungary is the quantitative risk assessment method. [3]

The table 1 gives information on the technical requirements used by Hungarian major accident prevention regulation.

Table 1

Application of major accident's technical requirements [3]

Application of the risk assessments	Qualification of the risk of hazardous activity (approval of safety documentation)	Emergency planning	Land-use planning
Technical requirements	Individual risk of lethality Social risk of lethality	Determination of the danger zone for physical effect	Determination of individual risk for injury

The operator of a dangerous establishment shall draw up an internal emergency plan meeting the requirements of content and form determined in national legislation to eliminate the consequences of hazards identified in the safety report and safety analysis. The operator shall provide conditions necessary for the accomplishment of tasks defined in the internal emergency plan. The task within the hazardous establishment for limiting the consequences of major accident

involving dangerous substances shall be determined by the operator, while the tasks outside the hazardous establishment of the concerned state and municipal organs shall be determined in external emergency plans. An important step in the evaluation of the risk assessments submitted in the safety documentation is to compare the risk indices calculated on the basis of these assessments with the authorization criteria defined in the legislation. The most important authorization criteria are the value for individual risk and social risk.

The risk analysis of the dangerous establishment must cover the following important elements: a detailed description of the internal and external prerequisites (causes) and probability of occurrence of possible major accident scenarios; evaluation of the seriousness and possible consequences of the identified major accident hazards; description of the technical prerequisites and the applied equipment that are necessary for safe operation of the dangerous establishments; the emergency responses for mitigation of consequences of major accidents. [3]

Conclusions and summary

In the field of the prevention of major accidents involving dangerous substances another important element besides prevention is the introduction of measures for preparedness for and response to accidents. A key element in the efficiency of such measurements is the risk assessment of industrial technologies.

The authors had provided a scientific overview on industrial safety's application of risk based procedures and methodologies used for the prevention of major accidents hazards. The Hungarian regulation use risk based quantitative technical requirements for the purposes of authority decisions on vulnerability of dangerous establishments, preparation of internal and external emergency plans and for land-use planning procedures.

References

1. A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény (Act 2011/CXXVIII. on disaster management and on the amendment of individual, related acts)
2. A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról szóló 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet (Government regulation implementing 2011 CXXVIII. on disaster management no. 234/2011 (XI. 10.))
3. Kátai-Urbán L., Kossa, Gy., Kozma S., Szakál B., Vass Gy., Kátai-Urbán L. Iparbiztonságtan I: Kézikönyv az iparbiztonsági üzemeltetői és hatósági feladatok ellátásához [Industrial Safety I: Handbook on Implementation's Tasks of Operators and Authorities]. Budapest: Nemzeti Közzolgálati és Tankönyvkiadó, 2013. 564 p.

Zoltán Antal, Gyula Vass, Lajos Kátai-Urbán (Hungary)
PROBLEMS OF SAFETY AND RADIATION ACCIDENT
PREVENTION IN HUNGARY

The accumulated experience of radiation accidents and catastrophes is analyzed and, on the basis of this, directions are considered that can serve to strengthen radiation safety in Hungary. The development of new technologies makes it possible to develop principles that will help prevent major accidents.

Key words: nuclear power plant, severe accident, extreme circumstances, nuclear accident preparedness, Paks.

Золтан Антал, Дюла Ваши, Лайош Катаи-Урбан (Венгрия)
ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ В ВЕНГРИИ

Проанализирован накопленный опыт радиационных аварий и катастроф и на основании этого рассмотрены направления, которые могут послужить укреплению радиационной безопасности в Венгрии. Развитие новых технологий позволяет разработать принципы, которые помогут предотвратить крупные аварии.

Ключевые слова: атомная электростанция, крупная радиационная авария, экстремальные обстоятельства, предотвращение ядерных аварий, Пакш.

Introduction

The safety policy of Nuclear Power Plants (NPP) fulfills the highest level of safety planning policies. In doing so, the objective is to develop protection systems and procedures that include mobile solutions in addition to multi-level redundant systems, in order to minimize damage to human life, property and the environment. Furthermore reduce the irreversible damage that has occurred.

The design and construction will comply with international and domestic legislations as well as nuclear directives. They will do this by using all the experience with existing nuclear facilities to ensure safety more. If we take into account the 3+ generation nuclear power plants located on different continents, the requirements and experience used there are definitely the basis for the industrial safety developments in Hungary. Their relevance can be used in the construction of new nuclear facilities.

Examination of safety policies for the management of severe nuclear accidents

Targeted intervention procedures have been developed to deal with severe accidents. They intend to initiate system management processes depending on the current situation. The order of these implementation procedures is greatly influenced by the current operating condition and the potential hazards that may result. The primary implementation is performed by automatic safety systems.

However in the event of any system component inoperability or malfunctions, it is the responsibility of the system operators to perform situation-oriented manual intervention. The state-dependent operator's procedure instructions of the NPP, which are important for system management, have been developed primarily to avoid zone damage. If these interventions are unsuccessful, the system instructions can no longer be effectively applied to actual or former zone damage accidents. It is because they do not include operations designed to maintain the integrity of the physical barriers to fulfill their basic purpose of preventing the release of radioactive materials. As soon as significant fuel-cover damage and zone geometry loss occurs, maintaining a stable state of the hermetic space becomes a primary goal, thereby emissions still can be controlled. In light of this, in some major accident situations, preserving the safety of the hermetic space or preventing the escape of fission products may take precedence over zone cooling. [1]

In the case of severe accidents, the optimal management of the situation requires units with a professional experience. They should be able to meet the relevant requirements, because combined problem solving requires the performance of multi-level protection tasks. The management of serious accidents is a complex, special task. The management and objective implementation which is performed by a predetermined structural and department divided organization is temporarily formed to deal with the situation. In the event of a major disruption, an organization must be set up and operated according to the pre-defined operational management structure. It is in charge until the situation requires the application of the SAM Guidelines or a stable operating condition is established.

If necessary, the organization management coordinates the work from a protected base of operations, from which it has a continuous view on the status of the events and the performed tasks. The missions of the management organization and their sequence, are an integrated part of the SAM guidelines. They are implementation instructions fitted in a specific hierarchical regulatory system. [2]

Nuclear accident management always means the practical implementation of planned processes, of which the implementation is an integral part of the most thorough prevention possible. Preventive action and accident management are different in terms of specific measures and enforcement tasks. If prevention is not enough and any dangerous situation arises where specific interventions are needed, then the purpose of the accident management will become a different priority. In a case like this the accident management's aim is to prevent damage and core melting by all possible methods which can reduce even the occurrence of major accidents beyond planning. The relationship between preventive and consequence mitigation measures is summarized in the prevention and accident management table of the Severe accident management systems and procedures article.

Table 1

Accident Management			
Event	Within Design Basis	Beyond Design Basis	
Goal	Zone-melting prohibition, activity retention in hermetic space	Reducing the consequences of zone-melting	
Systems	Application of operational and safety systems within design limits	Usage of all available systems within their design performance values	
Form of accident management	Prevention		Consequence reduction
Instruction/manual	Optimal recovery instructions	Function restoration instructions	Severe accident manuals

Source: Severe Accident Management Guidelines 6

The complex accident management procedures for critical damage and zone-melting contain guidelines unlike the mandatory actions of the sorted preventive procedures. That's the reason why during the specific steps of the manual, the entire accident management process must be interpreted and analyzed. Then, depending on its current state, a decision must be made to implement the steps of the comprehensive processes to properly manage the accident situation. The processes are discussed in detail in the severe accident management guidelines section of the article. [2]

Definition of main requirements for the development of severe-accident management

One of the most basic aspects of the efficiency and development in the Severe accident management is the comprehensive knowledge of preparedness and prior professional science. In addition to the technological and safety parameters of NPPs, an accurate knowledge of the existing equipment and the possibilities of intervention in the necessary situation can provide the basis on which nuclear safety can be built. The level of detail and the route through which the available information of an occurred situation reaches the security staff is crucial. The flow of information in an emergency situation must have a real-time communication channel, whose availability and content cannot be limited by any external or technical circumstances. This means that the operating management team and the technological control systems must be in accordance with the current status of information and must use real time communication channels.

The personnel performing tasks under the authority of the organization responsible for the Severe Accident Management of an NPP are obliged to meet the requirements not only in terms of their preparedness, but also in terms in their quantitative factor. With regard to the Paks NPP, this is also important because another NPP, with similar operating principle but different generation classification, is under construction in its immediate vicinity. That being the case, in addition to existing designs, the dangers of a parallel operating NPP must also be taken into account. Safety bases should also be designed for the occurrence of another serious accident developing in parallel or arising from an existing nuclear accident. It means that the resources deployed for one incident cannot discharge the global nuclear resources in such an extent that they would not cope with a corresponding event. [3]

Conclusion

The basis of the developments in Hungary is that the safety requirements of the two parallel operating NPPs should be no less than sufficient. To do this, it must be taken into account that the technological parameters of the new power plant involve the development of different emergency response procedures. The essence of this development is that the existing requirements for different generations of NPPs must agree with the existing regulators. By that they can specify and determine the parameters of the technological solutions of the new NPP and therefore guarantee the safe operation. Considering the severe-accident management, this means that, in addition to the compliance with the existing requirements, it will be necessary to redesign accident management protocols. By doing so the necessary procedures could be implemented effectively for parallel NPPs.

References

1. National Report "Targeted safety review of the Paks Nuclear Power Plant". Budapest: National Atomic Energy Agency, 2011.
2. Severe Accident Management Systems, Operation of the primary circuit systems, MVM Paksi Atomerőmű Zrt, Verziószám: 1.0, 2018.
3. Antal Zoltán, Kátai-Urbán Lajos, Vass Gyula. Nukleáris biztonsági irányelvek magyarországi megvalósulása // Védelem tudomány: katasztrófavédelmi online tudományos folyóirat. 4 : 2. 2019. Pp. 122-145.

Vu Van Thuy, Pham Van Huynh (Vietnam)
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ
КРУПНЫХ ПОЖАРОВ ВО ВЬЕТНАМЕ

Анализируется статистика пожаров во Вьетнаме за период 2018-2020 гг. Выявлены проблемные области, требующие особого внимания. Предложены пути совершенствования пожарной охраны Вьетнама в направлении профилактики крупных пожаров.

Ключевые слова: профилактика, крупный пожар, пожарная охрана, пожарная безопасность.

Vu Van Thuy, Pham Van Huynh (Vietnam)
IMPROVING MEASURES FOR THE PREVENTION
OF LARGE FIRES IN VIETNAM

The article analyzes the statistics of fires in Vietnam in the period 2018-2020. The problem areas requiring special attention are identified. The ways of improving the fire protection of Vietnam in the direction of preventing large fires are proposed.

Key words: prevention, large fire, fire safety, fire protection.

Введение

Развитие противопожарной службы и совершенствование технологий проведения аварийно-спасательных работ в Социалистической Республике Вьетнам являются одним из важных вопросов, которые вносят вклад в обеспечение национальной безопасности и сохранение социального порядка. Дальнейшее социально-экономическое развитие не возможно без учёта данных факторов. В последние годы из-за воздействия изменений погоды, глобального потепления климата, продолжительной жаркой погоды и засухи произошли крупные пожары и чрезвычайные происшествия, нанёсшие серьёзный ущерб государству, окружающей среде и приведшие к человеческим жертвам.

Поэтому очень важно проанализировать организующую роль пожарной охраны в сфере профилактики крупных пожаров, причиняющих серьёзный ущерб экономике Вьетнама.

Основная часть

1. Пожарная обстановка во Вьетнаме в период 2018-2020 гг.

В последние годы, несмотря на негативные последствия стихийных бедствий и эпидемий, социально-экономическая ситуация во Вьетнаме демонстрирует устойчивые тенденции стабильного развития. Источником роста экономики являются природные ресурсы и активное привлечение как внутренних, так и внешних инвестиций.

По данным Главного статистического управления Социалистической республики Вьетнам на декабрь 2020 года в стране насчитывается более 758 тыс предприятий, занимающихся производством и оказанием

услуг, которые сосредоточены в 366 промышленных центрах. Количество стран, инвестирующих в экономику Вьетнама, на настоящий момент достигло 139. Активно развиваются более 10 *тыс* международных проектов. Уровень урбанизации растёт очень быстро и во Вьетнаме насчитывается около 3618 домов с большой этажностью, 8591 рынков и торговых центров [5]. Данные объекты являются потенциально опасными с точки зрения пожарной безопасности и требуют мер пожарной профилактики нового уровня.

По состоянию на декабрь 2020 г. во Вьетнаме потребность в энергии для производства и повседневной жизни увеличивается, что приводит к потенциальным рискам пожарной безопасности и создаёт множество проблем в государственном управлении в данной сфере. Особо остро вопрос управления пожарной безопасностью стоит в промышленных центрах и жилых районах с плотной застройкой. Прежние системы безопасности не рассчитаны на изменившийся облик индустриального Вьетнама.

По данным Главного управления пожарной охраны и аварийно-спасательных служб Вьетнама, за последние три года (2018-2020 гг.) по всей стране произошло 10736 пожаров, в результате которых погибло 250 человек, получили травмы 478 человек. Пострадало от пожаров 30902 га леса. Материальный ущерб составил 4473 *млрд* донгов. В общей статистике пожаров особо следует выделить крупные пожары, наносящие большой ущерб и вызывающие общественный резонанс. Таких пожаров за три года произошло 118. В результате 30 человек погибли, 72 человека получили ранения. Материальный ущерб составил 4036 *млрд* донгов. В количественном отношении серьёзные пожары составили небольшой процент: 1,1 % (118 из 10.736 пожаров), но именно они нанесли наибольший урон экономике, привели к серьёзным экологическим последствиям. Количество погибших от крупных пожаров составило 12 % (30 из 250 человек), раненых – 15,7 % (75 из 478 человек). Материальный ущерб составил 90,2 % от общего ущерба, причинённого пожарами (4.036 из 4.473 *млрд* донгов) [2].

Проанализируем наиболее подверженные крупным пожарам объекты. За последние три года во Вьетнаме 52 крупных пожара произошли на предприятиях в действующих промышленных центрах. Они нанесли материальный ущерб на сумму 2519 *млрд* донгов. Из них 30 крупных пожаров произошли на предприятиях. 30 крупных пожаров произошло на производственных и коммерческих объектах, расположенных в жилых массивах, что представляет опасность для населения.

Крупные пожары произошли в основном в нерабочее время или в выходные дни (суббота и воскресенье). 65 (из 118) пожаров произошли в нерабочее время, из которых 38 (из 65) случаев произошли в субботу и воскресенье. Это говорит о необходимости усиления профилактических мер именно для режима нерабочего времени на предприятиях.

Анализ времени прибытия пожарных на крупные пожары таков, что из 118 крупных пожаров на 22 случая помощь прибыла более чем через 20 мин, 39 случаев – более чем через 10 мин. Так же произошло 25 крупных пожаров, находящихся на удалении более 10 км от пожарных депо, поэтому потребовалось большое количество времени, чтобы пожарные добрались до места пожара [2].

Данные статистики говорят о необходимости разработать и внедрить специальные меры для профилактики подобных происшествий.

2. Результаты реализации мер по профилактике крупных пожаров пожарной охраны во Вьетнаме

2.1. Консультирование правительства по вопросам руководства реализацией правовой политики в сфере пожарной безопасности

Был принят ряд новых нормативных актов в сфере безопасности. Например, в 2018 г. во исполнение Директивы № 47 Секретариата XIV Национальное собрание издало Постановление № 59/2018 о программе мониторинга Национального собрания на 2019 год и Постановление № 62/2018 о создании делегаций по надзору за исполнением законов и постановлений по пожарной безопасности. По окончании фазы надзора Национальное собрание приняло постановление № 99/2019 о дальнейшем повышении эффективности и действенности применения закона о пожарной безопасности [4].

Во исполнение постановления Национального собрания, Министерство общественной безопасности посоветовало премьер-министру издать Постановление № 630 от 11 мая 2020 года, и в то же время Министерство общественной безопасности также издало план № 247 от 12/6/2020, предписывает провинциальной полиции разработать конкретное содержание и планы по реализации содержания распоряжения Национального собрания и правительства.

Министерство общественной безопасности координировало свои действия с другими министерствами, чтобы проконсультировать премьер-министра по вопросам обнародования Указа № 136/2020 / ND-CP [1] и в то же время разработки руководящих циркуляров. Это основные документы в реализации Закона о пожарной безопасности. Они конкретизируют правовую политику государства в области пожарной безопасности, устраняя недостатки в данной области. Предыдущие правовые документы не были скорректированы согласно изменениям ситуации с крупными пожарами и содержали положения, которые не могли быть внедрены в процессе их применения.

В провинциях пожарная охрана рекомендовала народным комитетам провинций и городов создать и обеспечить работу руководящего комитета по пожарной безопасности и тушению пожаров. Дополнительно необходимо было сформировать межведомственные инспекционные группы для контроля пожарной безопасности. Народные комитеты провинций и городов контролируют работу этих групп по ключевым направлениям

2.2. Развитие противопожарной пропаганды и привлечение всего населения к участию в профилактике пожаров

Пожарная охрана Вьетнама накопила большой опыт взаимодействия с центральными и местными средствами массовой информации, которые публикуют новости о пожарах, пожарную статистику, нормативно-правовые акты по пожарной безопасности. Средства массовой информации освещают работу пожарных, показывая важность соблюдения норм пожарной безопасности. Охват населения в данном случае достаточно широкий и опыт такого взаимодействия может быть оценён как успешный.

Кроме того, средства массовой информации способствуют привлечению населения, активно участвующего в пожарной профилактике и аварийно-спасательных работах.

2.3. Меры по совершенствованию организации пожаротушения и аварийно-спасательных работ

В течение последних трёх лет полиция провинций активно консультировала Министерство общественной безопасности по вопросам создания и улучшения организации пожарной охраны на местах.

Необходимо рационально обоснованное и продуманное с организационной точки зрения размещение пожарных и аварийно-спасательных подразделений с учётом специфики отдельных провинций. Организационные вопросы включают в себя и проблему оснащённости пожарных подразделений современной техникой и средствами для проведения аварийно-спасательных работ. В провинциях выполняются планы по оснащению пожарных команд и планы строительства новых пожарных депо, обеспечивающих своевременное прибытие пожарной команды для оперативного и эффективного тушения пожара.

Кроме того, пожарная охрана усилила направление работы, связанное с предварительным анализом места возможного пожара. Определены характеристики пожарной и иной опасности каждого объекта, составлены карты дорог, ведущих к объектам, обозначены источники воды. То есть готовые подробные планы ликвидации возможных пожаров [3].

2.4. Деятельность по подготовке управленческих кадров в сфере пожарной безопасности.

За последние три года были организованы специальные учебные курсы для повышения профессиональной квалификации личного состава пожарной охраны. Специалисты помимо знаний по проведению противопожарных и спасательных мероприятий обучаются вести работу с населением по пропаганде мер пожарной профилактики. Они получают знания в области судебной экспертизы и дознания, техническому обслуживанию оборудования соответствующие современным потребностям государства. Потребность в подготовке высококвалифицированных руководителей решается преподаванием на этих курсах ряда управленческих дисциплин.

Кроме того, Министерство общественной безопасности продолжает укреплять международное сотрудничество с ведущими государствами в области пожарной безопасности. Пожарные из Вьетнама проходят повышение квалификации и переподготовку на интенсивных курсах в других государствах, перенимают передовой опыт. Семинары по обмену опытом и учебные курсы по пожарной безопасности и аварийно-спасательным работам организованы в Японии, Корее, Сингапуре, Малайзии. Это позволяет повысить профессиональную квалификацию пожарных и спасателей.

2.5. Меры в области экспертизы и регулярных проверок пожарной безопасности:

Пожарная охрана разрабатывает планы, согласованные с соответствующими организациями, направленные на усиление проверок пожарной безопасности на объектах возможного возникновения пожаров. Подготовлено и проведено 7948 планов периодических проверок; 2948 тематических планов испытаний; организовано 678175 проверок предприятий; 195467 проверок были проведены в населённых пунктах и учреждениях на предмет соблюдения закона о пожарной безопасности.

3. Выявленные проблемы реализации мер по профилактике крупных пожаров пожарной охраны во Вьетнаме

3.1. Многие городские районы, промышленные центры, транспортная инфраструктура, источники воды для пожаротушения не соответствуют нормативным требованиям. В больших городских районах пробки на дорогах не могут быть устранены полностью. Дорожное движение в жилых районах (особенно в районах старой застройки) организовано без учёта прохождения современной пожарной техники. Ширина дороги часто является недостаточной для пожарных машин. Во многих местах нет городских систем противопожарного водоснабжения. Если они все же имеются, то часто непригодны для использования. Во многих районах нет природных источников воды для тушения пожаров, нет причалов для пожарных катеров и площадок для пожарной техники.

Социальное одобрение инвестиций в разработки в области пожарной безопасности находится пока на недостаточно высоком уровне. Область безопасности не является приоритетной для инвестиций.

3.2. Недостаточное соблюдение положений закона о пожарной безопасности по-прежнему является обычным явлением. Например, отмечены случаи, когда строительство новых объектов ведётся без учёта современных норм пожарной безопасности.

3.3. Многие потенциально пожароопасные объекты не застрахованы.

3.4. Оборудование и работа противопожарных систем и средств пожаротушения на многих предприятиях не соответствуют современным требованиям пожаротушения.

3.5. Работа пожарной охраны на многих объектах организована недостаточно эффективно. В нерабочее время не всегда присутствует персонал, что приводит к несвоевременному обнаружению пожара и вызывает сложности с его ликвидацией. Небольшой очаг возгорания при позднем обнаружении на промышленном объекте грозит превратиться в крупный пожар с серьёзными последствиями.

3.6. Количество пожарных депо не соответствует потребностям провинций. Время прибытия на пожар из-за удалённости пожарных подразделений слишком велико и не отвечает современным требованиям.

3.7. Многие пожарно-спасательные подразделения по-прежнему испытывают недостаток в средствах пожаротушения.

3.8. Организация выездов пожарных подразделений недостаточно системна. При возникновении крупного пожара выезжает только пожарная техника ближайшего подразделения пожарной охраны, хотя требуется привлечение максимального количества техники. Расположение пожарных частей на расстоянии более 10 км замедляет их оперативное прибытие и приводит к неудовлетворительным результатам ликвидации пожара.

3.9. Получение и обработка информации о пожарной тревоге некоторыми пожарными подразделениями происходит недостаточно быстро. Это приводит к необоснованной или наоборот недостаточной мобилизации сил и средств. Причина данного недостатка к низкой квалификации некоторых руководителей пожарных частей.

3.10. Разработанные планы пожаротушения для потенциально опасных объектов не всегда актуальны, содержат устаревшую или неполную информацию. Поэтому в случае серьёзного пожара возникают проблемы с расчётом привлечения необходимых сил и средств.

3.11. Недостаточное внимание к анализу опыта крупных пожаров, которые произошли в последнее время. Крайне редко проводятся занятия, на которых подробно изучается информация о тушении резонансных пожаров.

4. Анализ ключевых мер по профилактике крупных пожаров во Вьетнаме

Проанализировал материалы за последние три года о ликвидации пожаров, мы можем выделить следующие направления совершенствования деятельности пожарной охраны Социалистической Республики Вьетнам.

4.1. Организовать консультирование муниципальных властей в провинциях на предмет соблюдения и требований руководящих документов правительства и Министерства общественной безопасности о мерах по профилактике и предотвращению крупных пожаров.

4.2. Продолжать укреплять организацию пожарной охраны в соответствии с новой моделью, утверждённой правительством. Создавать дополнительные пожарные части в соответствии с реальной ситуацией на местах. Назначать и грамотно распределять руководящие кадры для осуществления государственного управления пожарной безопасностью в соответствии с реальной квалификацией специалистов.

Возложение ответственности за предотвращение пожаров и управление тушением пожаров на районную полицию для обеспечения согласованности действий в соответствии с фактическим расположением сил и средств на местности.

4.3. Координировать действия пожарной охраны с местными органами власти для обеспечения проведения проверок и контроля выполнения положений закона о пожарной безопасности.

Организовать межведомственные рабочие группы во главе с главой правительства с целью устранения недостатков в области пожарной безопасности в особо опасных районах, где существует высокий риск быстрого распространения огня.

4.4. Активизировать работу по расследованию и изучению особенностей особо опасных объектов. Необходимо тщательно изучить территорию вокруг объекта, провести классификацию по уровню пожаровзрывоопасности, чтобы подготовить документы для мониторинга и управления возможным тушением пожаров. Следует составить список ключевых объектов, подверженных риску крупного пожара, чтобы ускорить реализацию мер по профилактике и предотвращению крупных пожаров, подходящих для каждого конкретного типа объекта.

4.5. Повышение качества и эффективности пропаганды и создание движения для всего населения за участие в области пожарной безопасности и тушения пожаров; исследовать и коренным образом обновлять форму, содержание и методы распространения и просвещения по вопросам пожарной безопасности, а также законодательства для всех классов людей.

Продолжать сотрудничество пожарной охраны с информационными агентствами и средствами массовой информации, вести ленты новостей о безопасности, публиковать статьи и репортажи о пожарах для широкого круга читателей с целью формирования в обществе новых стандартов пожарной безопасности.

4.6. Организовать качественное техническое обслуживание и ремонт средств пожаротушения. Это необходимо для гарантии исправной работы и качественного планирования возможного тушения пожаров.

Привлечение инвестиций в сферу разработки современного противопожарного оборудования является одной из важнейших задач. Использование инновационных методов подготовки управленческих кадров, увеличение количества учебных часов на практическую подготовку необходимо для дальнейшего совершенствования деятельности пожарной охраны.

После каждого пожара в пожарных подразделениях должны быть проведены служебные совещания для анализа действий пожарных и обобщения практического опыта.

Вывод

Таким образом, выполнение вышеперечисленных мер является важным шагом к повышению эффективности профилактики и предотвращению крупных пожаров во Вьетнаме в ближайшее время.

Литература

1. Постановление Правительства Социалистической Республики Вьетнам № 136/2020/ND-CP от 24 ноября 2020 г., детализирующее выполнение ряда статей Закона о пожарной безопасности и Закона о внесении изменений и дополнений в ряд статей Закона о пожарной безопасности.

2. Отчёт о противопожарных мероприятиях крупных пожаров. Ханой: Главное управление пожарной охраны и аварийно-спасательной службы Вьетнама, 2021. 30 с.

3. Отчёт о деятельности пожарной безопасности и аварийно-спасательной работы. Ханой: Главное управление пожарной охраны и аварийно-спасательной службы Вьетнама, 2021. 26 с.

4. Отчёт 14-го Национального собрания о надзоре за реализацией правовой политики в области пожарной безопасности. Ханой: Национальное собрание, 2019. 40 с.

5. Отчёт о социально-экономической ситуации. Ханой: Главное статистическое управление, 2020. 35 с.

Буй Куанг Тиен (Вьетнам)

ПРОБЛЕМЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ АВАРИЯХ РЕЗЕРВУАРОВ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВЬЕТНАМА И РОССИИ

Рассматривается проблема локализации разливов нефти и нефтепродуктов при разрушениях резервуаров традиционными преградами на нефтехранилищах во Вьетнаме и России. Предложено использовать резервуары с защитной стенкой типа "стакан в стакане". Запланированы экспериментальные исследования по снижению высоты защитной стенки за счёт обустройства волноотражающего козырька.

Ключевые слова: нефтяной резервуар, разрушение, локализация разлива, защитная стенка, волноотражающий козырёк.

Bui Quang Tien (Vietnam)

PROBLEMS OF LOCALIZATION OF OIL PRODUCT SPILLS IN CASE OF TANK ACCIDENTS AT OIL AND GAS INDUSTRY FACILITIES IN VIETNAM AND RUSSIA

The problem of localization of oil and oil product spills during the destruction of tanks by traditional barriers at oil storage tanks in Vietnam and Russia is considered. It is proposed to use tanks with a protective wall of the "glass in a glass" type. Experimental studies are planned to reduce the height of the protective wall due to the arrangement of the wave-reflecting visor.

Key words: oil tank, destruction, spill localization, protective wall, wave-reflecting visor.

Нефтегазовая промышленность является одним из ключевых секторов экономики Социалистической Республики Вьетнам (СРВ). Ведущими компаниями отрасли являются "Вьетнамская государственная нефтегазовая компания" (*Petrovietnam*) и "Вьетнамская национальная нефтяная группа" (*Petrolimex*), вносящие значительный вклад в экономический рост страны, привлекая иностранных инвесторов и современные технологии.

После многих лет непрерывного экспорта сырой нефти, с 2015 г. в СРВ наметилась устойчивая тенденция к его снижению, при этом в разы увеличивается объём импорта сырой нефти (рис. 1), чему способствовало введение в эксплуатацию в конце 2018 г. второго в СРВ нефтеперерабатывающего завода "Нги Сон" на территории провинции Тхань Хоа в 200 км к югу от г. Ханой [1].

В ответ на растущий внутренний спрос сырой нефти и нефтепродуктов Правительство СРВ стало больше уделять внимания строительству и расширению резервуарных парков, что нашло отражение в Постановлении Премьер-министра СРВ № 1030/QĐ-TTg от 13 июля 2017 г. "Об утверждении генерального плана развития системы резервов сырой нефти и нефтепродуктов Вьетнама до 2025 года с перспективой до 2035 года".

Так, к 2020 г. объём системы резервов сырой нефти и нефтепродуктов Вьетнама должен достичь не менее 90 дней чистого импорта, что соответствует критериям Международной энергетической организации (МЭА). При этом, для обеспечения минимального уровня запасов и оборотного резерва нефтеторговых предприятий размер национальных коммерческих нефтехранилищ должен составлять не менее 4,09 млн м³ в 2020 г., достигнув 6,63 млн м³ к 2030 г.

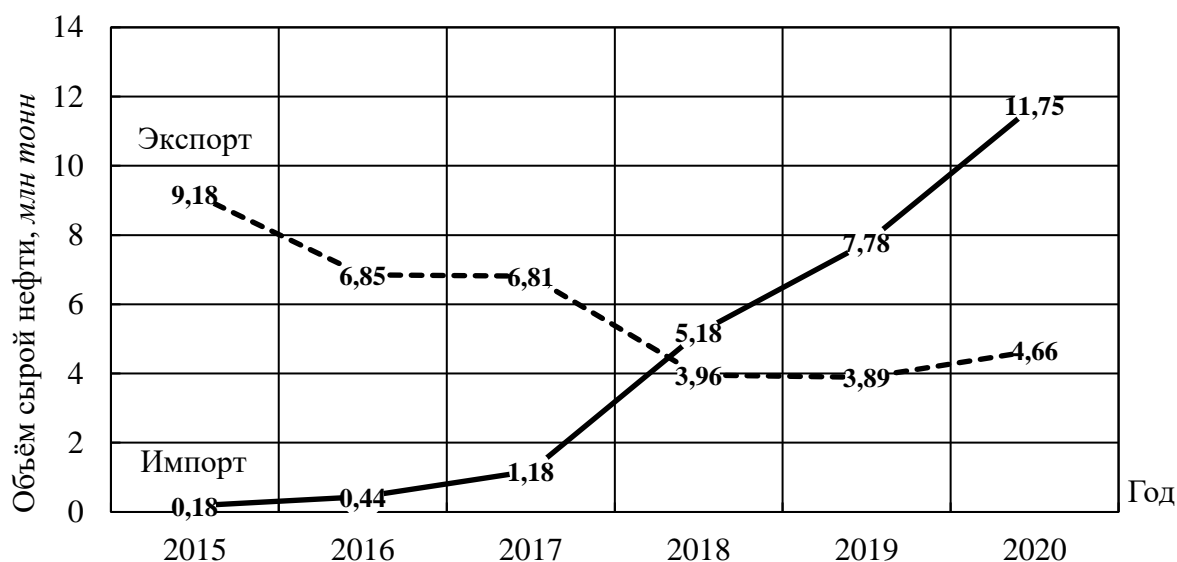


Рис. 1. Объём экспорта и импорта сырой нефти в СРВ за 2015-2020 гг.

Важно указать, что СРВ имеет протяжённую береговую линию и разветвлённую речную систему. Используя эти географические особенности, резервуарные парки нефтехранилищ, в основном, размещаются вблизи речных или морских портов для упрощения процессов перевалки, экспорта и импорта нефти и нефтепродуктов. Однако такое расположение пожаро-взрывоопасных объектов всегда сопряжено с риском неконтролируемого выхода горючих жидкостей из оборудования, в том числе резервуаров, что может привести к неблагоприятным последствиям для здоровья человека и окружающей природной среды.

Отметим, что по статистическим данным Вьетнамского центра реагирования на экологические инциденты, за последние 30 лет на объектах нефтегазовой отрасли СРВ произошло более 190 аварийных ситуаций с разливом нефти и нефтепродуктов, 37 из которых непосредственно связаны с разливом горючих жидкостей на водной поверхности [2]. Так, например, 16 октября 2008 г. на нефтебазе Льен Чиёу (г. Дананг) из-за воздействия сильных дождевых осадков обрушилась земляная насыпь резервуарного парка, что привело к порыву технологических трубопроводов с запорной

арматурой и пробоинам в двух однотипных резервуарах типа РВС-3000 м³ с разливом соответственно бензина и индустриального масла (рис. 2). Благодаря оперативным действиям персонала нефтебазы и пожарной охраны разлив нефтепродуктов удалось локализовать в пределах территории нефтебазы, не допустив их попаданию в морской залив [3].



Рис. 2. Общий вид резервуаров на нефтебазе Льен Чиену после ликвидации аварии

С целью предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций, обусловленных аварийными разливами нефти и нефтепродуктов, во Вьетнаме введены Постановление Премьер-министра СРВ № 133/QD-TTg от 17 января 2020 г. "Об опубликовании национального плана реагирования на разливы нефти" и Постановление Премьер-министра СРВ № 12/QD-TTg от 24 марта 2021 г. "Об опубликовании положения о деятельности по ликвидации разливов нефти". В документах, в частности, указывается о необходимости принятия мер по обеспечению предотвращения и сведения к минимуму возникновения разливов нефти, быть в готовности к своевременному и эффективному реагированию на разливы нефти, минимизировать экономические, социальные и экономические потери, ущерб окружающей среде, вызванные разливами нефти. При этом продвигать научно-исследовательскую деятельность, передавать и применять передовые технологии в области ликвидации разливов нефти, укреплять международное сотрудничество в области науки и технологий со странами, имеющими богатый опыт ликвидации разливов нефти.

Мировой опыт эксплуатации резервуарных парков, в том числе проектируемых и находящихся в эксплуатации в СРВ, показывает, что для локализации аварийного разлива нефти или нефтепродукта традиционно применяются земляные обвалования или ограждающие стены из негорючих материалов. Такие преграды рассчитываются только на гидростатическое удержание пролитого продукта и, как показывает статистика аварий резервуаров [4], не способны удержать поток горючей жидкости при полном разрушении ёмкостного оборудования. В результате, лишь незначительная часть продукта остаётся в пределах защитного ограждения, а основная масса в виде волны перехлёстывает через преграду, частично её разрушая, и разливается за пределы парка или объекта. Особенно опасны такие ситуации при расположении резервуарных парков на возвышенностях, в береговой зоне, вблизи федеральных трасс, а также в населённых пунктах, что характерно, как отмечалось выше, и для производственных объектов СРВ. Таким образом, применение принципиально новых конструкций ограждений, а также новых типов резервуаров с целью повышения эффективности локализации разливов нефти и нефтепродуктов при авариях резервуаров имеет важное значение.

В последние годы на ряде объектов хранения нефтепродуктов в Российской Федерации, расположенных на возвышенностях или вблизи экваторий, стали применяться вертикальные стальные цилиндрические резервуары с защитной стенкой (РВСЗС), получившие в обиходе название "стакан в стакане". Такие резервуары состоят из внутреннего (основного) резервуара для хранения продукта и наружного резервуара в виде защитной стенки для удержания продукта в случае аварии внутреннего резервуара.

Следует отметить, что требования действующего в Российской Федерации свода правил СП 155.13130.2014 "Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности", собственно, как и действующего в СРВ аналогичного документа TCVN 5684:2003 "Пожарная безопасность нефтяных сооружений. Общие требования", не распространяется на объекты с применением РВСЗС. Поэтому проектирование систем противопожарной защиты для таких типов резервуаров в Российской Федерации ведётся на основе разрабатываемых в соответствии с требованиями Федерального закона № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" специальных технических условий, которые должны отражать специфику обеспечения пожарной безопасности РВСЗС и содержать комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению их пожарной безопасности.

К одному из таких специфических вопросов в отношении безопасности РВСЗС относится определение высоты защитной стенки, которая в соответствии с требованиями ГОСТ 31385-2016 "Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия" должна составлять не менее 80 % от высоты стенки основного резервуара при ширине межстенного пространства не менее 1,8 м, при этом не устанавливаются требования к максимальной ширине этого пространства, непосредственно влияющего на высоту защитной стенки. Кроме этого, в результате исследований [5] установлено, что для полной локализации потока жидкости в границах защитной стенки, установленной от основного резервуара на расстоянии от 1,5 до 3,0 м включительно, её высота должна быть не менее чем на 10 % выше первоначального уровня жидкости в этом резервуаре. Очевидно, что проектирование таких резервуаров экономически нецелесообразно, при этом их уровень пожарной опасности будет повышен, так как даже при нормальном режиме эксплуатации возможно образование аккумулярованных зон взрывоопасных концентраций, например, в межстенном пространстве или около защитной стенке.

В связи с вышеуказанным, актуальным становится вопрос снижения высоты защитной стенки РВСЗС, например, за счёт обустройства на ней волноотражающего козырька, определению угла наклона которого, а также его длины вылета, и будут посвящены дальнейшие исследования в лаборатории кафедры пожарной безопасности технологических процессов Академии ГПС МЧС России.

Литература

1. Влияние мировых цен на нефть и индекс потребительских цен: данные и статистика. Главное статистическое управление Вьетнама, 2021. <https://www.gso.gov.vn/du-lieu-va-so-lieu-thong-ke/2021/03/tac-dong-cua-gia-dau-the-gioi-den-chi-so-gia-tieu-dung/>
2. Инцидент с разливом нефти в море: Вьетнам вошёл в тройку лидеров. <https://sosmoitruong.com/su-co-dau-tran-tren-bien-viet-nam-nam-trong-top-3/>
3. Локализация разлива нефтепродуктов на нефтебазе Льен Чиену. <https://nhandan.vn/tin-tuc-xa-hoi/khac-phuc-su-co-tran-dau-tai-kho-va-cang-xang-lien-chieu-596816/>
4. Швырков С.А. Пожарный риск при квазимгновенном разрушении нефтяного резервуара: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. 289 с.
5. Швырков А.С. Нормирование требований пожарной безопасности к геометрическим параметрам ограждений резервуаров типа "стакан в стакане": дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 141 с.

Dao Tuan Anh (Vietnam)

TYPOLOGY OF VIETNAM'S TERRITORIES BY FIRE RISK ON THE BASIC OF CLUSTER ANALYSIS

A set of factors characterized by economic, social, demographic, climatic indicators, as well as indicators that take into account processes of urbanization, electrification, trade and transport development in clusters are considered for typology. In term of fire risks, five homogeneous clusters of provinces are identified.

Key words: Vietnam, typology, cluster analysis, fire risk.

Дао Туан Ань (Вьетнам)

ТИПОЛОГИЯ ТЕРРИТОРИЙ ВЬЕТНАМА ПО ПОЖАРНОМУ РИСКУ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Для типологии рассматривается совокупность факторов, характеризующихся экономическими, социальными, демографическими, климатическими показателями, а также показатели, учитывающие процессы урбанизации, электрификации, торговли и развития транспорта в кластерах. С точки зрения пожарных рисков выделено пять однородных кластеров провинций.

Ключевые слова: Вьетнам, типология, кластерный анализ, пожарный риск.

In fire service, the typology of Vietnam's territory (province level) according to fire risk characteristics is a new research. However, this research has a great significance in detecting the laws of socio-economic territorial differentiation in terms of fire risk characteristics, and is the basis for proposing macro-management solutions on fire safety, as well as conducts typology territories more scientific.

The typology of territories by fire risks was solved with regard to the Vietnamese provinces which are very complex and heterogeneous in fire situation.

Statement of problem's territories typology was as follows. Let the X be the set of different territories ($X = 63$), and the Y – the set of clusters. Function of the distance between the territories $\rho(x_i, x_j)$ is given, where the i, j are territory indices; $i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n; n$ is total number of territories $X = \{x_i\}$.

The set of territories X is required to be divided into non-overlapping subsets $Y^1 \cup Y^2 \cup \dots \cup Y^M = X$, called *clusters* Y^m , ($m = 1, \dots, M$), in such a way as each cluster is consisted of objects close to the ρ metric, and the objects of different clusters are differed substantially in the same metric. And each object $x_i \in X$ is assigned the cluster number $x_{im}; m = 1, \dots, M$.

When clustering the territories it was assumed that the fire situation indicators were characterized by equal importance factors and standardized as follows:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sqrt{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}}, \quad (1)$$

where x_{ij} – the value of the j -th fire hazard indicator in the i -th province; I is the number of provinces equal to 63; J – the total number of indicators characterizing fire hazard state; \bar{x}_j – the average value of the j -th fire hazard indicator.

The typology of territories is done based on a system of indicators reflecting the characteristics of fire hazards in Vietnam. The indicators for the residential and economic sectors are collected for the typology of Vietnam's territories.

* For residential sector, the indicators include:

- The demographic indicators: Average population of provinces (thousand people), percentage of population aged up to 20 years (%), percentage of urban population in the provinces (%).

- The indicators of natural conditions, weather and climate: Area of provinces (*million km²*), forest area of provinces (*million km²*), average temperature in January in the provinces (°C), average temperature in July in the provinces (°C), average rainfall in January in the provinces (mm), average rainfall in July in the provinces (mm).

- The economic indicators: Total annual income of provinces (million dollars), total annual merchandise trade value of each province (million dollars), average annual income of state employees (dollars), the number of multi-storey and high-rise buildings in the provinces, road development in each province (km/km²), area of trade centers in provinces (*thousand m²*).

- The indicators of the living conditions of the population: Number of houses in the provinces, percentage of households with electricity in provinces (%).

- The indicators of fire incident: Number of fires in the provinces, the number of firefighters in the provinces, number of fire trucks in the provinces, the number of fire deaths in the provinces, the number of fire injuries in the provinces, lost caused by fire in the provinces (million dollars), average damage per year per fire (thousand dollars), probability of fire per 1 residential house in residential sector in the provinces (%), number of deaths in residential sector per fire in each province (people), number of deaths in residential sector per 1.000 people of each province (10^{-3} people).

* For economic sector, the indicators include:

- The demographic indicator: Percentage of urban population in provinces (%).

- The indicators of natural conditions, weather and climate: Average temperature in January in the provinces ($^{\circ}C$), average temperature in July in the provinces ($^{\circ}C$), average rainfall in January in the provinces (mm), average rainfall in July in the provinces (mm).

- The economic indicator: Average annual income of state employees (dollars).

- The indicators of fire incident: Average lost per year per fire in the economic sector of provinces (thousand dollars); probability of fire on 1 facility under management in the economic sector in 1 year of provinces (%), rate of first class fire dangerous establishments per the total number of economic establishments in the provinces (%), rate of second class fire dangerous establishments per the total number of economic establishments in the provinces (%), rate of third class fire dangerous establishments per the total number of economic establishments in the provinces (%), average number of deaths per fire in the economic sector in the provinces (people), average fines for first class establishments in the economic sector in the provinces (thousand dollars), average fines for second class establishments in the economic sector in the provinces (thousand dollars), average fines for third class establishments in the economic sector in the provinces (thousand dollars), average number of fines per year for first class establishments in the economic sector in the provinces, average number of fines per year for second class establishments in the economic sector in the provinces, average number of fines per year for third class establishments in the economic sector in the provinces.

The typology of territories by fire risks is carried out according to the following algorithm (fig. 1).

Using data processing software Statsoft Statistica, the results of typology of Vietnam's territory according to fire risks are shown as follows:

* For the residential sector, 63 provinces are divided into 5 clusters (fig. 2, 3):

- Cluster 1 (11 provinces): 26 – 39;

- Cluster 2 (15 provinces): 12 – 19, 22 – 25;

- Cluster 3 (13 provinces): 1 – 11, 20, 21;

- Cluster 4 (15 provinces): 45 – 59, 60 – 63;

- Cluster 5 (9 provinces): 40 – 44.

Where: 1 – 63 is the ordinal number of provinces in Vietnam.

* For the economic sector, 63 provinces are divided into 5 clusters (fig. 4, 5):

- Cluster 1 (11 provinces): 29 – 39;
- Cluster 2 (15 provinces): 1, 3, 5, 7, 12, 14 – 17, 20 – 25;
- Cluster 3 (13 provinces): 2, 4, 6, 8, 9 – 11, 13, 18, 19, 26 – 28;
- Cluster 4 (15 provinces): 45, 46, 51 – 59, 60 – 63;
- Cluster 5 (9 provinces): 40 – 44, 47 – 50.

* For the Vietnam's territory (regardless of the residential sector or economic sector), 63 provinces are divided into 5 clusters (fig. 6, 7):

- Cluster 1 (12 provinces): 28 – 39;
- Cluster 2 (12 provinces): 12 – 19, 22 – 25;
- Cluster 3 (15 provinces): 1 – 11, 20, 21, 26, 27;
- Cluster 4 (19 provinces): 45 – 63;
- Cluster 5 (5 provinces): 40 – 44.

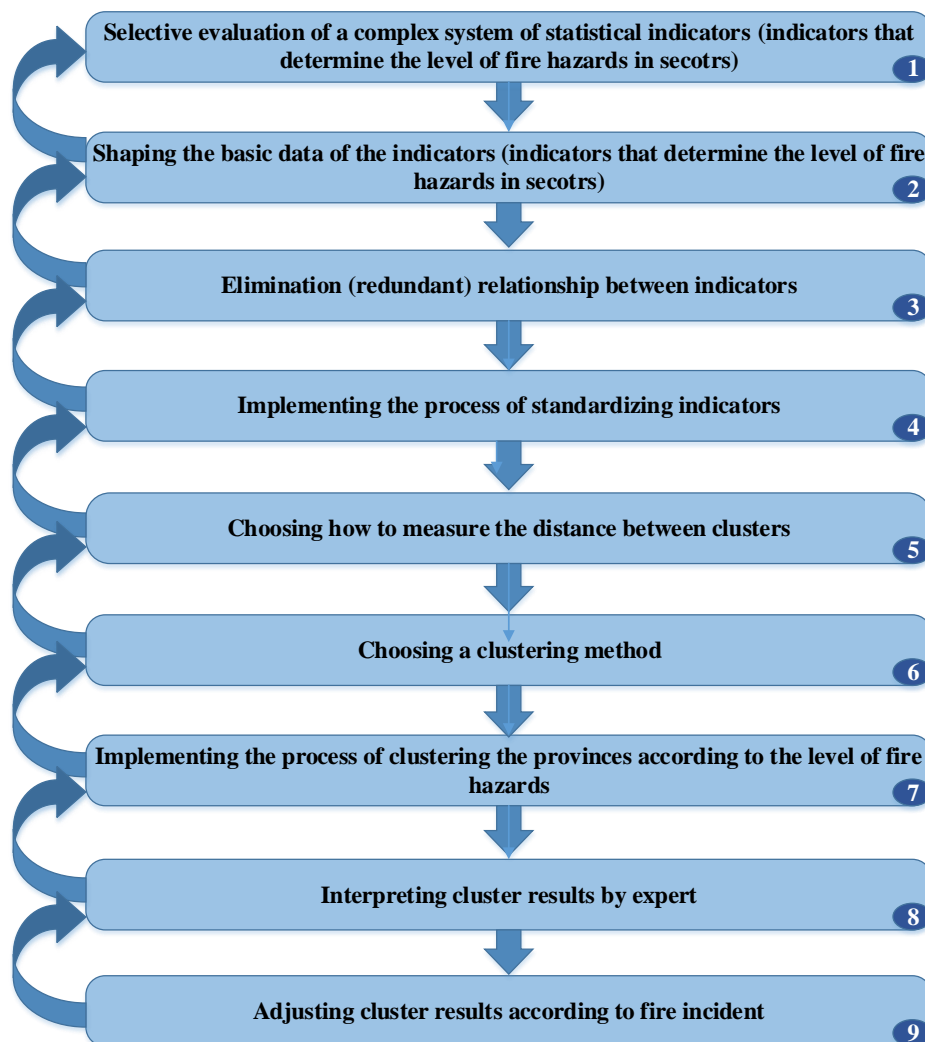


Figure 1. Algorithm for typology Vietnam's territory based on fire hazard characteristics

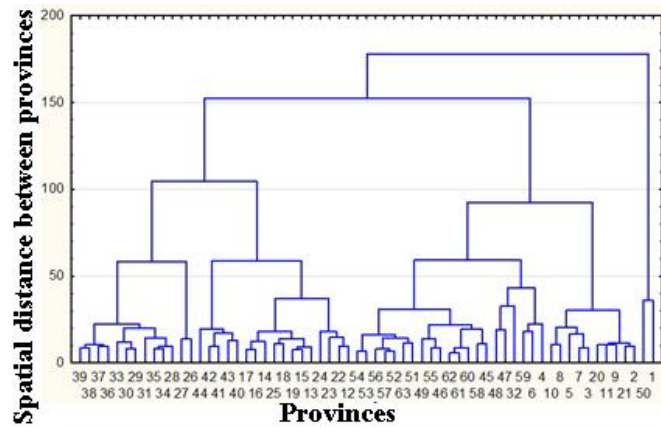


Figure 2. The tree diagram of typology of Vietnam's territory by fire risks in the residential sector

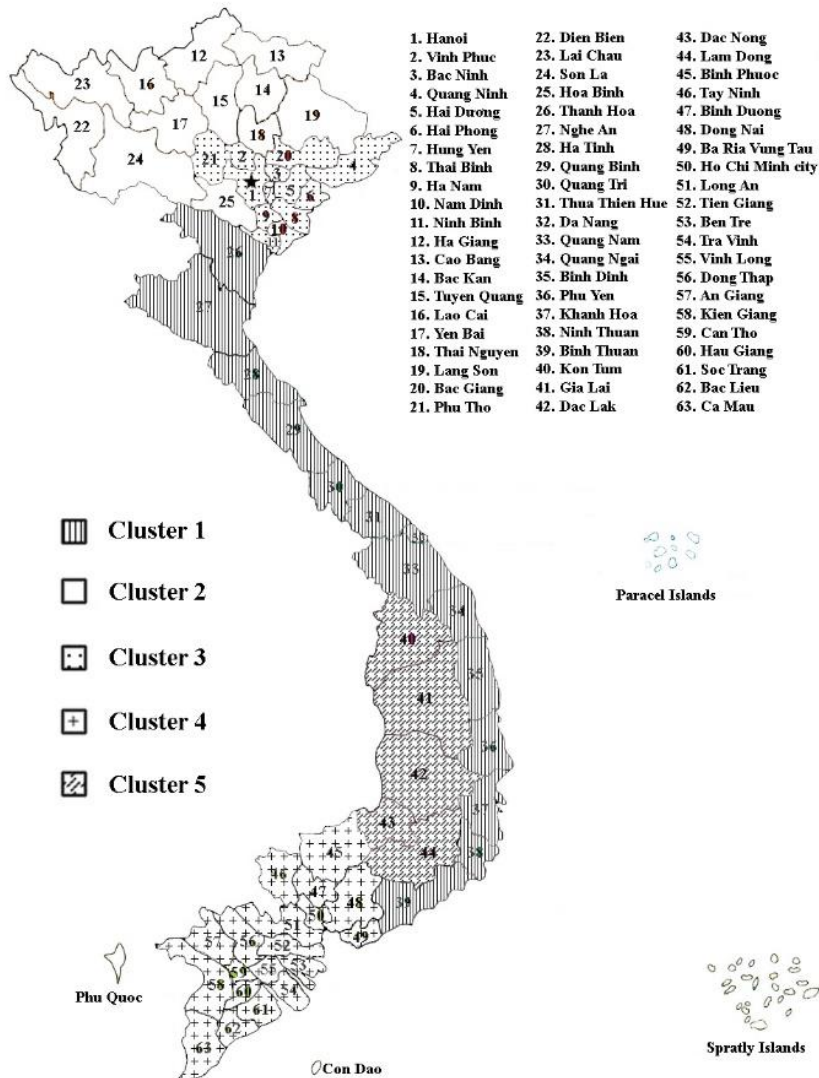


Figure 3. Typology of Vietnam's territory by fire risks in the residential sector

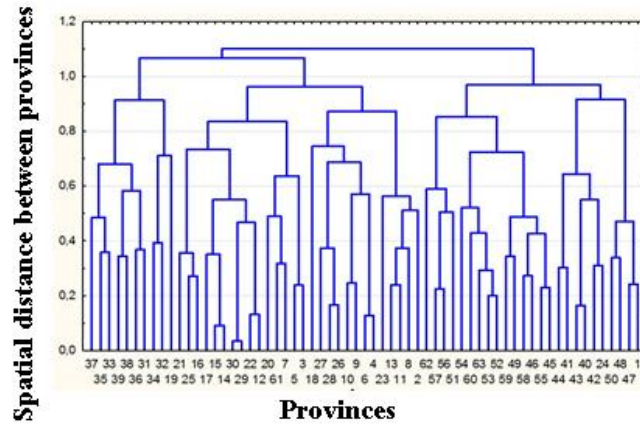


Figure 4. The tree diagram of typology of Vietnam's territory by fire risks in the economic sector

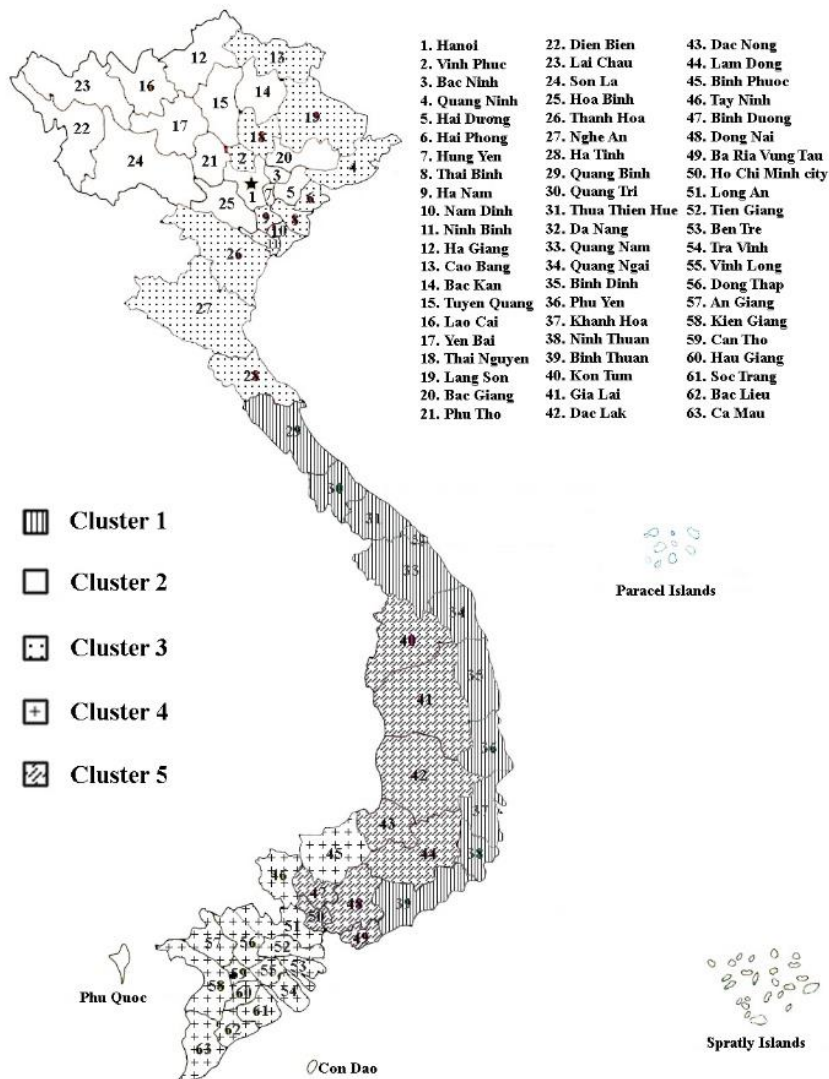


Figure 5. Typology of Vietnam's territory by fire risks in the economic sector

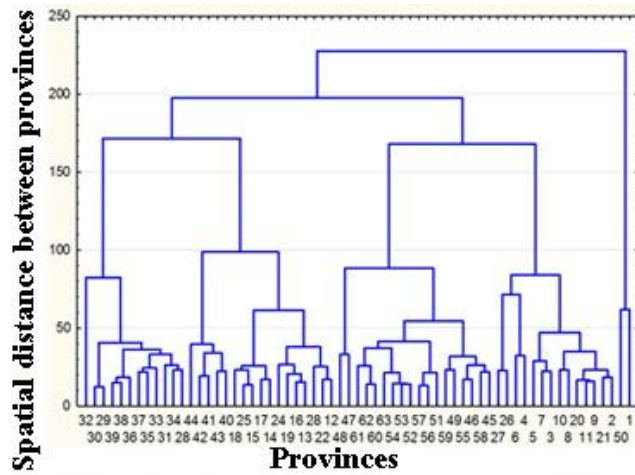


Figure 6. The tree diagram of typology of Vietnam's territory by fire risks

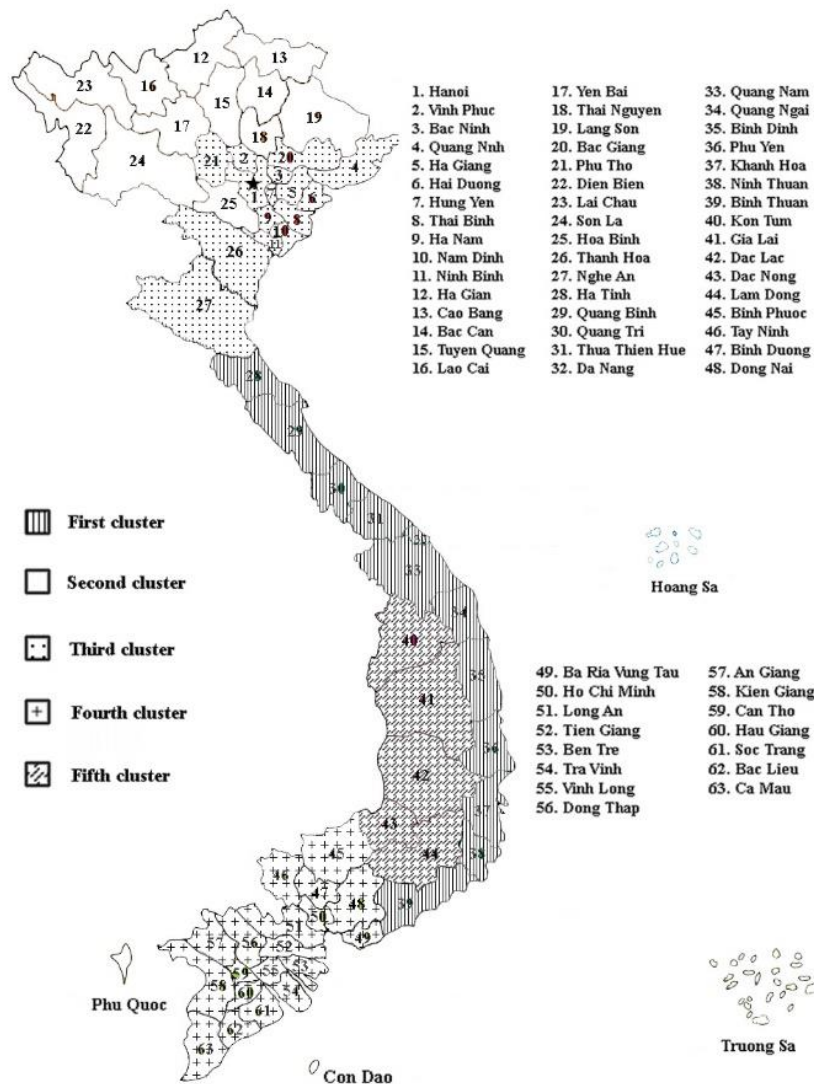


Figure 5. Typology of Vietnam's territory by fire risks

The results of typology process of Vietnam's provinces are objective and reflect the similarity in fire hazard characteristics of the provinces in the clusters. This is the scientific basis to propose measures to manage fire risks, distribute and arrange forces and means of fire prevention and fighting reasonably.

References

1. Nguyễn Việt Thịnh, Đỗ Thị Minh Đức. Phân kiểu kinh tế – xã hội cấp tỉnh và cấp huyện Việt Nam. NXB Từ điển bách khoa, 2005.
2. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. М.: Статистика, 1977. 128 с.
3. Классификация и кластер / Под ред. Дж. Вэн-Райзина. М.: Мир, 1980. 390 с.
4. Гришакина Н.И., Дмитриева В.С., Манова Н.В. и др. Многомерные статистические методы. Часть IV. Кластерный анализ: учеб.-метод. пос. Великий Новгород: изд-во НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2005. 54 с.
5. Минаев В.А., Топольский Н.Г., Дао А. Т. Информационное обеспечение задачи типологизации территорий Вьетнама по пожарной обстановке // Технологии техносферной безопасности. 2016. Вып. 6 (70). <http://academygps.ru/ttb>

A.V. Koldomov

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ОРГАНАХ УПРАВЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ СИСТЕМОЙ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Приведена постановка проблемы внедрения в органах управления Российской системы предупреждения и ликвидации системы новых методов и технологий хранения, анализа и обработки информации на основе комплексного использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса и систем искусственного интеллекта для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, национальный центр управления в кризисных ситуациях, аэрокосмический мониторинг искусственный интеллект, "Озеро данных".

A.V. Koldomov

IMPLEMENTATION OF NEW METHODS OF INFORMATION PROCESSING IN THE GOVERNING BODIES OF THE RUSSIAN SYSTEM FOR THE PREVENTION AND ELIMINATION OF EMERGENCY SITUATIONS

The article presents the problem of the introduction of new methods and technologies for storing, analyzing and processing information in the management bodies of the Russian System of Prevention and Liquidation by the system based on the integrated use of Earth remote sensing data from space and artificial intelligence systems for the prevention and liquidation of natural and man-made emergencies.

Key words: emergency situations, national crisis management center, aerospace monitoring artificial intelligence, data lake.

Как известно, органом повседневного управления Российской системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) на федеральном уровне является Национальный центр управления в кризисных ситуациях (НЦУКС) МЧС России, деятельность которого регламентируется рядом нормативно-правовых документов [1-5].

Существует проблема хранения, анализа и обработки такого рода мониторинговой информации, накапливаемой в НЦУКС МЧС России. Применяемые до последнего времени в НЦУКС МЧС России методы и технологии обработки информации не позволяют в полном объёме извлекать из мониторинговой информации полезные данные, необходимые для решения задач предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Это связано с особенностями мониторинговой информации, имеющей различные форматы (текст, фото, космические снимки, аудио, видео). Нередко мониторинговые данные имеют неструктурированный или полуструктурированный вид. Для хранения такой мониторинговой информации существующие корпоративные хранилища данных малопригодны, и поэтому необходимо использовать другие технологии хранения данных.

В настоящее время для этих целей всё чаще используют "Озеро данных".

Сравнительные характеристики корпоративного хранилища данных и "Озеро данных" представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики корпоративного хранилища данных и "озера данных"

Критерий	Корпоративное хранилище данных	"Озеро данных"
Полезность	Хранятся только полезные данные, актуальные в текущем периоде времени	Хранятся все данные, в том числе и "бесполезные", которые могут пригодиться в будущем или же не понадобится никогда
Структура	Чётко структурированные данные одного формата	Структурированные, полуструктурированные и неструктурированные разнородные данных любых форматов: от мультимедиа файлов до текстовых и бинарных из разных источников
Гибкость	Низкая гибкость: структура и типы данных продумываются заранее и не подлежат изменению в процессе эксплуатации	Высокая гибкость, которая позволяет в процессе эксплуатации добавлять новые типы и структуры данных
Доступность	Благодаря чёткой структуре данных процесс их извлечения и обработки происходит быстро	Из-за отсутствия чёткой структуры необходима дополнительная обработка данных для их практического использования
Стоимость	Высокая стоимость из-за сложности проектирования и модернизации, а также цены оборудования для быстрой и эффективной работы	Озеро данных намного дешевле корпоративных хранилищ данных т.к. основная статья затрат – это хранение гигабайт информации

Анализ информации, представленный в табл. 1 показывает, что для решения задачи хранения мониторинговых данных, учитывая отмеченную выше их специфику, в наибольшей степени подходит "Озеро данных", чем корпоративные хранилища данных.

Единственный недостаток такого информационного ресурса как "Озеро данных" – это доступность (извлечение информации из корпоративных хранилищ данных происходит быстрее, чем из хранилища информации "Озеро данных").

В связи с этим возникает актуальная научная задача, имеющая проблемный характер – разработка методов и алгоритмов уменьшения времени извлечения информации из хранилища информации "Озеро данных" для решения задач предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

"Озеро данных" может быть использовано для хранения различной мониторинговой информации, в том числе данных аэрокосмического мониторинга и данных от систем наземного мониторинга, которые, как известно, обладают колоссальным объёмом информации. Обработка такого объёма данных в условиях острого дефицита времени возможна только на основе использования суперкомпьютеров с применением технологий искусственного интеллекта (нейросетевого программирования).

Другая научная задача, имеющая проблемный характер – комплексная обработка данных аэрокосмического и наземного мониторинга с помощью искусственных нейросетей в условиях острого дефицита времени и неполноты исходной информации.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, в настоящее время необходимо в органах управления РСЧС, прежде всего в НЦУКС МЧС России, использовать новые методы и технологии, в частности, технологии хранения информации в виде "Озеро данных" и системы искусственного интеллекта для комплексной обработки разнородных мониторинговых данных в условиях острого дефицита времени и неполноты исходной информации.

Литература

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
2. Федеральный закон от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ "О гражданской обороне".
3. Указ Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868 "Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий".
4. Указ Президента Российской Федерации от 15 февраля 2011 г. № 195 "О некоторых вопросах министерства российской федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий".
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2016 г. № 1272 "Об утверждении Правил обеспечения на федеральном уровне Национальным центром управления в кризисных ситуациях координации деятельности органов повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и органов управления гражданской обороной, организации информационного взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций".

С.А. Качанов

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Анализ существующих систем мониторинга показал, что они не позволяют проводить автоматизированный мониторинг несущих конструкций объектов. Это часто приводит к внезапному обрушению зданий и сооружений. Таким образом, разработка технологии автоматизированного мониторинга несущих конструкций объектов является актуальной. Научная новизна работы определяется тем, что в работе впервые представлена методика создания непрерывного, в режиме реального времени мониторинга инженерных конструкций зданий и сооружений.

Ключевые слова: автоматизированные системы мониторинга, чрезвычайные ситуации, инженерные конструкции.

S.A. Kachanov

METHODOLOGY FOR CREATING AUTOMATED MONITORING SYSTEMS FOR ENGINEERING STRUCTURES OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Analysis of existing monitoring systems showed that they do not allow automated monitoring of the bearing structures of objects. This often leads to the sudden collapse of buildings and structures. Thus, the development of a technology for automated monitoring of load-bearing structures of objects is relevant. The scientific novelty of the work is determined by the fact that the work for the first time presents a methodology for creating continuous, real-time monitoring of engineering structures of buildings and structures.

Key words: automated monitoring systems, emergency situations, engineering structures.

В процессе эксплуатации несущие конструкции зданий и сооружений (далее объектов) изнашиваются и теряют свою работоспособность. Эксплуатация объектов с повреждёнными конструктивными элементами может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций (ЧС), в которых высока вероятность гибели людей. Случаи внезапных обрушений конструктивных элементов объектов в России, Азербайджане, Германии, Польше и в других странах, повлёкшие за собой многочисленные человеческие жертвы, подтверждают это.

С целью недопущения возникновения таких ситуаций специалистами Всероссийского научно-исследовательского института по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России совместно со специалистами Московского государственного строительного университета и рядом других организаций разработана уникальная технология создания автоматизированной структурированной системы мониторинга инженерных (несущих) конструкций, опасных природных процессов и явлений (СМИК) для комплексного обеспечения безопасности зданий и сооружений.

СМИК предназначен для: своевременного автоматизированного, дистанционного оповещения необходимых экстренных дежурно-диспетчерских служб, руководства и дежурных служб контролируемого объекта о состоянии несущих конструкций объекта и опасных природных процессов и явлений по критериям: нормальное состояние, повышенной опасности, чрезвычайная ситуация; мониторинга и регистрации в течение всего срока эксплуатации объекта изменений состояния несущих конструкций объекта и опасных природных процессов и явлений вследствие накопления в них эксплуатационных дефектов, которые с течением времени могут привести здание, сооружение в предельное состояние, требующее соответствующего ремонта или прекращения эксплуатации.

В СМИК входит оборудование мониторинга изменения состояния оснований, строительных конструкций зданий и сооружений; сооружений инженерной защиты, а также при наличии угроз, участков возможных сходов селей, оползней, лавин в зоне эксплуатации здания или сооружения, включая: серверы, локальные серверы и контроллеры СМИК; автоматизированные рабочие места (АРМ) СМИК; оборудование сети сбора и передачи данных; датчики контроля изменения состояния оснований, строительных конструкций зданий и сооружений; сооружений инженерной защиты, а также участков возможных сходов селей, оползней, лавин.

Алгоритм работы СМИК представлен на рис. 1.

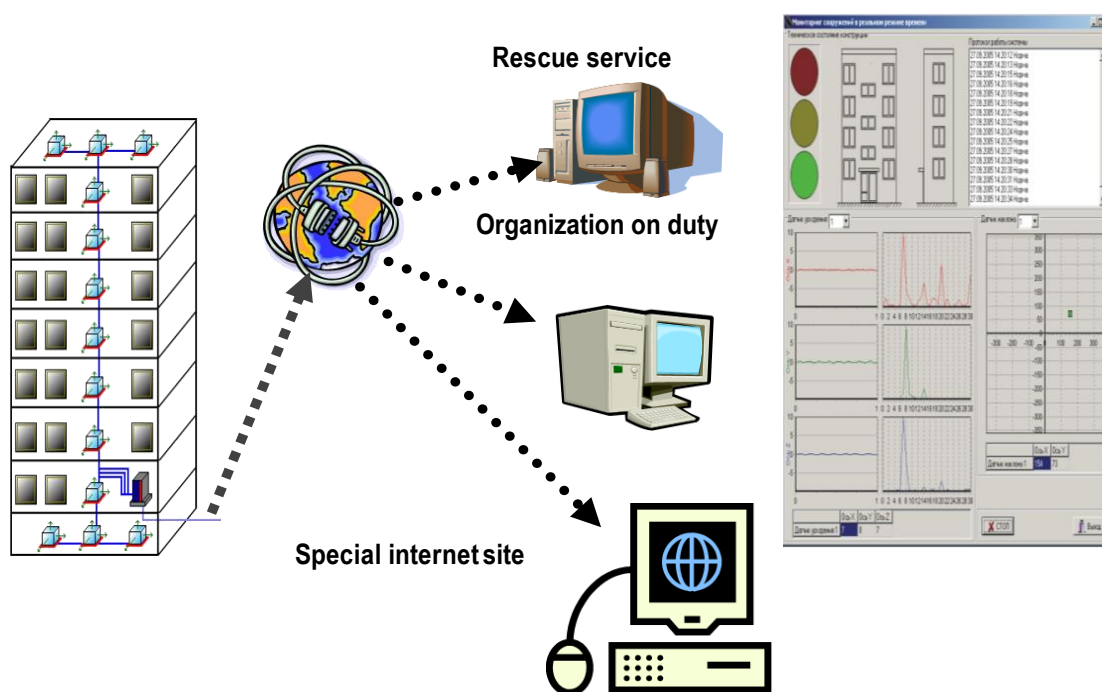


Рис. 1. Алгоритм работы СМИК

СМИК функционально делится на подсистемы.

Сигнальная подсистема мониторинга – функционирует непрерывно, обеспечивая: автоматический, в режиме реального времени мониторинг интегральных характеристик несущих конструкций объекта; автоматическое, в режиме реального времени информирование персонала дежурно-диспетчерской службы объекта и экстренных дежурных служб города о критическом изменении состояния (деформированного состояния) конструкций объекта.

Подсистема периодического мониторинга – начинает функционировать по сообщениям (инцидент, авария) от сигнальной подсистемы мониторинга или в соответствии с регламентом. При этом в автоматизированном режиме реализуются следующие функции: обеспечение оценки технического состояния несущих конструкций объекта и выдачи рекомендаций по их усилению (восстановлению); обеспечение контроля и корректировки (при необходимости) функционирования сигнальной подсистемы.

СМИК характеризуется специфическими особенностями и поэтому требует специальных научно-технических проработок. В первую очередь от такой подсистемы требуется одновременно высокий уровень долговечности, надёжности и достоверности собираемой информации о состоянии несущих конструкций. Такие требования определяются тем, что строительные объекты, особенно уникальные, рассчитаны на длительный срок эксплуатации, измеряемый десятками и даже сотнями лет, а события, приводящие к авариям, имеют весьма малую вероятность, измеряемую десятками и даже тысячными долями процента.

Следует отметить одну существенную особенность расчётов при создании СМИК по сравнению с расчётами, выполняемыми в процессе проектирования несущих конструкций. При проектировании необходимо обеспечить надёжность конструкций в условиях статистической неопределённости расчётных параметров, что зачастую компенсируется заданием определённых запасов и резервированием расчётных схем. В расчётах, сопровождающих создание СМИК, в частности экспериментальные исследования, приходится иметь дело с реально существующей конструкцией и реально действующими нагрузками, а расчётные схемы должны быть адекватными в отношении работы реальной конструкции. Все эти особенности требуют углублённого анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований с целью прогнозирования поведения конструкций в процессе эксплуатации, которое позволит разработать концепцию системы мониторинга и её технической реализации, выработать параметры и критерии оценки технического состояния конструкций для принятия решений по дальнейшей эксплуатации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- создать математическую модель несущих конструкций.
- откалибровать эту модель на основании натурных экспериментальных данных для обеспечения её адекватности.
- выполнить статические расчёты при условиях нормальной эксплуатации конструкции (от нормативных нагрузок) и экстремальных условиях (от расчётных нагрузок) для идентификации и оценки параметров, контролируемых в процессе мониторинга.
- выполнить динамические расчёты – модальный анализ и вибродиагностику – для прогнозирования и анализа соответствующих экспериментальных данных.
- выполнить динамические расчёты с целью идентификации типовых сценариев повреждений и соответствующих изменений контролируемых параметров конструкций.

Литература

1. Качанов С.А., Нигметов Г.М. Мониторинг территорий, зданий и сооружений для повышения достоверности результатов при независимой оценке рисков // Технологии гражданской безопасности. 2008. Т. 5. № 3 (17). С. 48-52.
2. Качанов С.А., Волков О.С., Фатыхов Р.Р. Компьютерная модель мониторинга напряженно-деформированного состояния несущих конструкций технически сложных и уникальных объектов (на примере Ледового дворца спорта на Ходынском поле г.Москвы) // Технологии гражданской безопасности. 2009. Т. 6. № 3-4 (21-22). С. 46-51.
3. Качанов С.А., Махутов Н.А., Таранов С.А. Оптимизация мероприятий по повышению защищенности критически важных для национальной безопасности объектов Российской Федерации и населения от угроз техногенного, природного характера и террористических проявлений // Технологии гражданской безопасности. 2010. Т. 7. № 1-2 (23-24). С. 83-88.
4. Качанов С.А., Батырев В.В., Волков О.С. Технологии создания структурированных систем мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений: монография. Новосибирск: ООО "Альфа-Порте", 2011. 269 с.

А.С. Концевешкин, Д.А. Гусев, М.А. Шахраманьян, С.Ю. Бутузов
**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ МЧС РОССИИ**

Рассмотрены актуальные проблемы в области обеспечения безопасности при работе в информационной среде по выявлению потенциальных внутренних нарушителей информационной безопасности. Показана необходимость в разработке программ повышения квалификации должностных лиц и сотрудников МЧС России.

Ключевые слова: внутренние нарушители, повышение квалификации, защита информации.

A.S. Kontseveshkin, D.A. Gusev, M.A. Shakhramanyan, S.Yu. Butuzov
**SOME ISSUES OF INFORMATION SECURITY
OF EMERCOM OF RUSSIA**

Actual problems in the field of ensuring security when working in an information environment to identify potential internal violators of information security are considered. The need for the development of advanced training programs for officials and employees of the EMERCOM of Russia is shown.

Key words: internal violators, advanced training, information protection.

В соответствии с решением коллегии МЧС России от 17 февраля 2021 г. "Об итогах работы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по основным направлениям деятельности в 2020 году и о задачах на 2021 год" одним из приоритетных направлений деятельности МЧС России в 2021 году является выполнение требований руководящих документов по обеспечению режима секретности и технической защиты информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну, выполнение требований о защите информации, не содержащей сведений, составляющих государственную тайну, при создании и эксплуатации информационных систем МЧС России. [1]

В основе информационной безопасности лежит деятельность по защите информации – обеспечению её конфиденциальности, доступности и целостности, а также недопущению какого-либо её искажения в критической ситуации.

К таким ситуациям относятся природные, техногенные и социальные катастрофы, компьютерные сбои, физическое похищение и тому подобные явления. В то время, как делопроизводство большинства организаций в мире до сих пор основано на бумажных документах, требующих соответствующих мер обеспечения информационной безопасности, наблюдается неуклонный рост числа инициатив по внедрению цифровых технологий на предприятиях, что влечёт за собой привлечение специалистов по безопасности информационных технологий для защиты информации.

В МЧС России на данном этапе развития широко применяются информационные технологии. К 2023 году МЧС России планирует оснащение всех сотрудников автоматизированными рабочими местами, причём все компьютеры к этому сроку также планируется перевести на отечественное ПО с открытыми исходными кодами. На данный момент времени только каждый шестой компьютер ведомства работает на российском программном обеспечении, а 80 % всего парка компьютеров устарело.

Кроме того, в МЧС России планируется создание Центра управления инцидентами, предназначенного для "регулирования процессов управления инфраструктурой, анализа событий безопасности в реальном времени, управления уязвимостями, управления инцидентами, аналитики внешних и внутренних угроз, а также обеспечения непрерывного контроля и аудита состояния защищённости ИТ-ландшафта". В ближайшее время планируется провести модернизацию сайтов, трансформацию контрольно-надзорной работы МЧС России и развитие предиктивных технологий. В последнем случае речь идёт о "создании и развитии защищённого межведомственного взаимодействия для оценки зон, вероятности и возможного ущерба в рамках предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций". МЧС России собирается применять технологии анализа больших данных, искусственного интеллекта и машинного обучения для предсказания чрезвычайных ситуаций. [2]

Одной из важнейших задач, связанных с работой в информационной среде, является обеспечение её безопасности. В информационной среде существует и функционирует множество субъектов и объектов информационных отношений, многие из которых могут оказаться нарушителями информационной безопасности и дезорганизовать работу как отдельных пользователей, так и всей организации в целом.

Несомненно, ожидается появление людей или даже коллективов специалистов, которые захотят оказать воздействие на потенциально-опасные объекты МЧС России или завладеть сведениями ограниченного распространения, посредством вредоносного воздействия на информацию в системах управления таких объектов.

Потенциально-опасными в системе защиты информации являются специалисты этих систем, то есть большинство угроз информационной безопасности исходит именно от них. Кроме того, межличностные отношения в организации являются характеристикой надлежащего обеспечения информационной безопасности в этой организации, поэтому особую опасность представляют внутренние нарушители информационной безопасности из числа бывших или действующих сотрудников, ведь такие нарушители представляют серьёзную угрозу для организаций МЧС России по причине своей осведомлённости с их структурой и средствами защиты. Они также могут их обходить или создавать новые скрытые пути доступа к информации ограниченного распространения.

Выявление таких нарушителей требует комплексного подхода. Если не удалось предотвратить противоправные действия со стороны нарушителя, то важно не только их своевременно обнаружить, но и правильно отреагировать на них, чтобы минимизировать потенциальный ущерб для организаций МЧС России.

Внутренние нарушители могут выполнять запрещённые действия по ошибке, незнанию или осознанно, со злым умыслом (из корыстных интересов) или без такового (ради игры или удовольствия, с целью самоутверждения и т. п.), используя для этого различные возможности, методы и средства.

По иерархии внутренние нарушители, которые совершают действия без злого умысла, могут быть из числа болтливых сотрудников, пользователей с низкой квалификацией или излишне любопытных и сверхинициативных работников, либо некомпетентного и недобросовестного персонала.

Такие нарушители могут совершать противоправные действия "шутки ради", либо из собственного любопытства к чужим секретам, что само по себе является подозрительным фактом. Большая часть ущерба от таких нарушителей может быть вызвана беспечностью и небрежностью в их поведении.

Внутренние нарушители, имеющие в своих действиях злой умысел, могут быть из числа сотрудников, обладающих лидерскими качествами и преследующих определённые цели, заранее спланировавших свои действия. Также это могут быть сотрудники, часто конфликтующие со своим начальством и совершающие противоправные действия назло своему руководству. [3]

Для своевременного предотвращения противоправных действий со стороны внутреннего нарушителя необходимо составить портрет (модель) потенциального нарушителя, включающий в себя совокупность психологических черт: черт характера, личностных особенностей, манеры поведения, по которым можно с достаточной точностью описать человека, а в рассматриваемом случае – описать и вычислить нарушителя.

Портрет потенциального нарушителя в совокупности может включать следующие характеристики:

- приходит на работу очень рано, задерживается дольше других, иногда работает в выходные дни;
 - не поддерживает дружеских и деловых отношений с другими сотрудниками, предпочитает работать самостоятельно;
 - имеет ключи от замков в служебные помещения;
 - хорошо знает, как работает система охранной сигнализации и места размещения видеокамер наблюдения;
 - делает всё возможное для завоевания доверия руководства и самостоятельной бесконтрольной работы;
- и некоторые другие.

Таким образом, портрет потенциального нарушителя представляет собой его комплексную характеристику, отражающую его возможное психологическое состояние, уровень физической и технической подготовленности и осведомлённости, которая позволяет оценить степень его способности в практической реализации нарушения информационной безопасности.

С целью снижения вероятности возникновения нарушений в области информационной безопасности следует обращать внимание на следующее: возможности внутреннего нарушителя существенным образом зависят от действующих в пределах контролируемой зоны ограничительных факторов, из которых основным является реализация комплекса режимных и организационно-технических мер, в том числе по подбору, расстановке и обеспечению высокой профессиональной подготовки кадров, допуску физических лиц внутрь контролируемой зоны и контролю за порядком проведения работ, направленных на предотвращение и пресечение несанкционированных действий.

В итоге такой подход может быть использован для выявления потенциального нарушителя ещё на стадии приёма на работу, а также для выявления внутреннего нарушителя по манере его поведения на рабочем месте и общению в коллективе.

Для решения указанных проблем актуальным становится разработка программ повышения квалификации должностных лиц и сотрудников МЧС России, работающих с информацией и данными разных типов, в области информационной безопасности.

Целью программ повышения квалификации в области защиты информации МЧС России является формирование у сотрудников готовности к реализации собственной профессиональной деятельности в полном соответствии с требованиями информационной безопасности.

Среди задач программ повышения квалификации можно выделить формирование следующих профессиональных компетенций [4-5]:

- ознакомление сотрудников с основными понятиями информационной безопасности, основными принципами построения систем защиты информации, а также основными категориями мер защиты информации, их возможностями с точки зрения защиты информации, сильными и слабыми сторонами;

- формирование умений выбора решений из различных категорий методов и средств защиты информации, соответствующих требованиям защиты информации в конкретных информационных системах;

- развитие умений оценки соответствия существующих решений требованиям защиты информации;

- формирование готовности к разработке предложений по совершенствованию системы обеспечения информационной безопасности организации.

В данной работе можно выделить следующие *знания, умения и навыки* сотрудников МЧС России, формируемые в результате освоения программ повышения квалификации.

В результате освоения программ повышения квалификации сотрудники должны знать:

- базовый понятийный аппарат в области информационной безопасности;
- виды и состав угроз информационной безопасности;
- принципы и общие методы обеспечения информационной безопасности;
- основные положения обеспечения государственной политики обеспечения информационной безопасности;
- критерии, условия и принципы отнесения информации к защищаемой;
- виды носителей защищаемой информации;
- виды конфиденциальной информации;
- виды уязвимостей защищаемой информации;
- источники, виды и способы дестабилизирующего воздействия на защищаемую информацию;
- каналы и методы несанкционированного доступа к конфиденциальной информации;
- классификацию видов, методов и средств защиты информации.

В результате освоения программ повышения квалификации сотрудники МЧС России должны уметь:

- выявлять угрозы информационной безопасности применительно к объектам защиты;
- определять вид конфиденциальной информации применительно к её содержанию;
- выявлять причины, обстоятельства и условия дестабилизирующего воздействия на защищаемую информацию со стороны различных источников воздействия;
- выявлять применительно к объекту защиты каналы и методы несанкционированного доступа к конфиденциальной информации;
- определять направления и виды защиты информации с учётом характера информации и задач по её защите.

В результате освоения программ повышения квалификации сотрудники МЧС России должны владеть:

- основными системными подходами к определению целей, задач информационно-аналитической работы и источников специальной информации.

В результате освоения программ повышения квалификации сотрудниками МЧС России должны быть сформированы общепрофессиональные компетенции:

- готовность осуществлять собственную профессиональную деятельность в полном соответствии с требованиями информационной безопасности;

- готовность к выбору решений из различных категорий методов и средств защиты информации, соответствующих требованиям защиты информации в конкретных информационных системах МЧС России;

- способность осуществлять оценку соответствия существующих решений требованиям защиты информации;

- готовность к разработке предложений по совершенствованию системы обеспечения информационной безопасности МЧС России.

Повышение квалификации сотрудников МЧС России по возможным программам может осуществляться на базе высшего и среднего профессионального образования. Программы повышения квалификации рассчитаны на сотрудников МЧС России, деятельность которых связана с процессами обработки информации конфиденциального характера, участия сотрудника в любом процессе обработки информации в информационно-аналитических системах МЧС России.

В результате, при качественном анализе потенциальных нарушителей, высоком уровне подготовки сотрудников МЧС России, понизится общий уровень нарушений в области безопасности информационных технологий, утечек, неверной трактовки и искажения информации, необходимой для повседневной деятельности МЧС России.

Литература

1. Решение коллегии от МЧС России 1 февраля 2021 г. №1/Г "Об итогах работы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по основным направлениям в 2020 г. и о задачах на 2021 г."

2. Цифровизация МЧС России направлена на сохранение жизни людей и снижение ущерба при ЧС. <http://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4274526#group=group-1&photo=0>.

3. Методика оценки угроз безопасности информации" (утв. ФСТЭК России от 5.02.2021).

4. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации", гл. 2, ст. 11, гл. 9, ст. 73, гл. 10, ст. 76.

5. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 декабря 2013 г. № 1310 "Об утверждении порядка разработки дополнительных профессиональных программ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, и дополнительных профессиональных программ в области информационной безопасности".

Р.Ш. Хабибулин

ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ПРЕЦЕДЕНТОВ
ПРИ РЕАГИРОВАНИИ НА ПОЖАРЫ НА ОБЪЕКТАХ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Рассмотрены вопросы реагирования на пожары объектов топливно-энергетического комплекса за последние 20 лет. Показаны результаты разработки информационных технологий поддержки принятия решений при определении сил и средств при реагировании на пожары объектов топливно-энергетического комплекса.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, пожар, дискриминантный анализ, метод прецедентов, система поддержки принятия решений.

R.Sh. Khabibulin

TASKS OF THE CLASSIFICATION OF PRECEDENTS
IN RESPONSE TO FIRES AT THE FACILITIES
OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX

The issues of response to fires of objects of the fuel and energy complex over the past 20 years are considered. The results of the development of information technologies to support decision-making in determining the forces and means in responding to fires of objects of the fuel and energy complex are shown.

Key words: emergency, fire, discriminant analysis, precedent method, decision support system.

Анализ пожаров на объектах топливно-энергетического комплекса России за последние 20 лет, полученные из федеральной базы данных "Пожары", показывает, что в основном (75 %) пожаров происходит в зданиях производственного назначения, сооружениях и наружных технологических установках. Прямой ущерб (более 80 %) также возникает при пожарах на данных объектах. По типу промышленности объекты защиты в основном распределяются на электроэнергетику, топливную промышленность и угольную промышленность. Определены статистические данные по реагированию на пожары за последние 5 лет (рис. 1, 2). На более чем 90 % процентов пожаров реагируют подразделения ФПС МЧС России и противопожарной службы субъекта федерации (60 % на 30 %). Практически каждый пятый пожар (19 %) происходит вне территории населённого пункта или в вахтовых посёлках.

Для сокращения времени принятия решений при ликвидации пожаров и ЧС в МЧС России в настоящее время создаётся Цифровая экосистема прогноза и цифрового управления предупреждения и ликвидации последствий ЧС со следующими основными элементами:

- цифровизация процессов предупреждения и ликвидации ЧС;
- сбор, классификация и структурированное хранение информации, консолидируемое в ходе повседневной и оперативной деятельности Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС);
- поддержка принятия решений в задачах предупреждения и ликвидации ЧС.

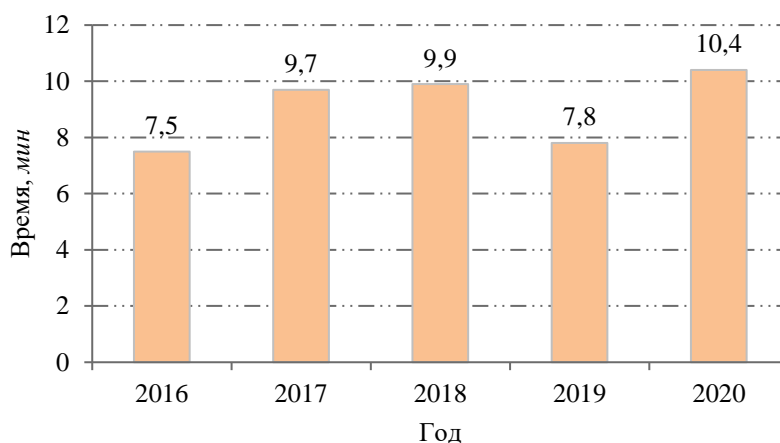


Рис. 1. Среднее время прибытия первого подразделения

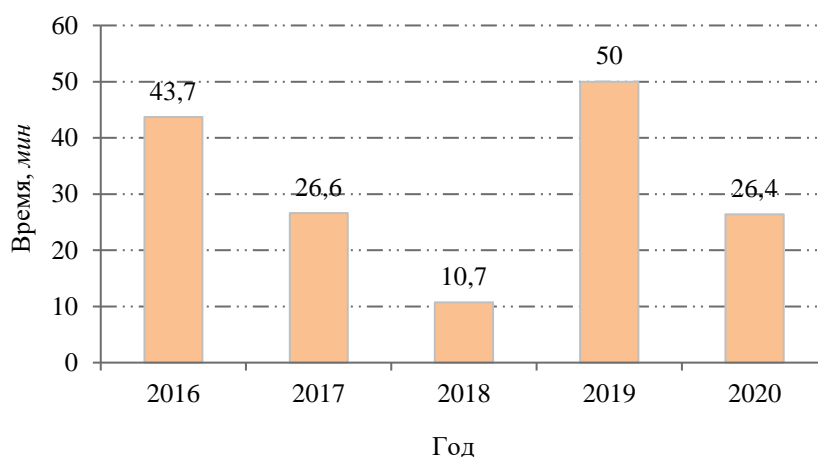


Рис. 2. Среднее время ликвидации открытого горения

Таким образом, в качестве дополнения к широко известным и хорошо апробированным методикам определения и прогнозирования сил и средств пожарно-спасательных подразделений необходима разработка современных информационных технологий, позволяющих использовать накопленные данные, базы знаний. Такими подходами являются применение многомерного статистического анализа, экспертных систем, машинного обучения и других технологий, позволяющих совершенствовать методологию принятия решений. Также необходимо отметить, что разработка СППР сегодня является одним из 5 основных направлений научно-технической политики МЧС России.

Рассмотрим более подробно ряд существующих разработок в сфере совершенствования управления реагированием на пожары:

- Компьютерная система определения сил и средств пожарно-спасательных подразделений на основе метода прецедентов [1].
- Классификация (прогнозирование) рангов пожара на основе машинного обучения с применением метода дискриминантного анализа [2].

Также необходимо отметить, что указанные разработки направлены на применение в рамках системы управления реагированием с наличием информационного хранилища данных, баз знаний и с функциями интеллектуальной системы поддержки принятия решений.

Первая разработка предназначена для определения сил и средств для тушения пожаров с использованием метода прецедентов. Применяемый метод прецедентов заключается в поиске из базы данных пожаров со сходными параметрами для определения сил и средств для тушения пожаров (или ликвидации ЧС).

Для решения поставленной задачи разработано специальное программное обеспечение. В диалоговом окне вводятся исходные данные для поиска прецедентов с базы данных прецедентов. Второе окно, окно вывода и адаптации результата по новому случаю. Здесь, соответственно, мы можем наблюдать количество сил и средств, применяемых для тушения рассматриваемого пожара. Проведены тесты на сходимость, между текущей ситуацией по пожару и прецедентами с базы данных прецедентов. Результаты тестирования показали сходимость до 80 %. Сделан вывод о необходимости включения в поиск следующих параметров пожаров ("площадь пожара", "количество вещества", "площадь объекта защиты").

Следующая разработка предназначена для определения ранга пожара на основе машинного обучения и дискриминантного анализа. Рассмотрены классификационные различия и по результатам проведённого дискриминантного анализа отобраны наиболее информативные показатели из обучающей выборки статистики пожаров. В качестве результата для ЛПР определяется условный признак сложности пожара (ранг пожара), на основе которого, соответственно, оценивается количество необходимых сил и средств, для его тушения. Проведена оценка качества классификации каждого ранга пожара в виде матрицы с процентами точного прогнозирования. На качество прогноза безусловно влияет количество и качество исходной информации.

Направлениями дальнейших исследований в рассматриваемой области являются:

1. Разработка архитектуры сбора полезных для анализа и принятия решений данных о пожарах и ЧС (сопряжение банков данных).
2. Унификация сбора данных о пожарах и ЧС для качественной разметки данных (датасетов) для моделей машинного обучения.
3. Разработка алгоритмов обработки полученных данных на всех уровнях с целью наполнения базы знаний.
4. Разработка методики анализа эффективности внедрения специального программного обеспечения.
5. Апробация разработанного программного обеспечения для поддержки управления реагированием на пожары и ЧС, проведение анализа эффективности её внедрения.

Литература

1. Мусайбеков А.Г., Хабибулин Р.Ш., Ухатов В.С. Анализ результатов поиска и сходимости прецедентов в системе поддержки управления ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций // Современные проблемы гражданской защиты. 2020. № 1 (34). С. 4-15.
2. Мусайбеков А.Г., Хабибулин Р.Ш. Решение задачи классификации для определения ранга пожара на основе дискриминантного анализа // Матер. междунар. науч.-практ. конф. "Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения". СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2020. С. 48-51.

А.В. Калач, В.С. Билаш
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ХРАНЕНИЕМ
РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Приведена реализация концепции максимальной безопасности при минимуме возможных затрат при хранении радиоактивных отходов. Показано, что обеспечение безопасности связано с проблемой минимизации суммарных затрат на безопасность и оптимальное их перераспределение между затратами на технологию управления безопасностью (для предотвращения и ослабления аварии) и затратами на устранение последствий (или затратами на страхование).

Ключевые слова: безопасность, виртуальная авария, радиоактивные отходы, хранилище, гражданская защита.

A.V. Kalach, V.S. Bilash
OPTIMAL MANAGEMENT OF RADIOACTIVE WASTE STORAGE

The article presents the implementation of the concept of maximum safety with a minimum of possible costs in the storage of radioactive waste. It is shown that ensuring safety is associated with the problem of minimizing the total costs of safety and their optimal redistribution between the costs of safety management technology (to prevent and mitigate accidents) and the costs of eliminating consequences (or insurance costs).

Key words: security, virtual accident, radioactive waste, storage, civil protection.

Решение комплексной научно-технической проблемы оптимального управления экологической безопасностью хранилищ радиоактивных отходов (РАО) требует привлечения специалистов разного профиля. При этом используются разные теории (кибернетика, теория автоматического управления, диагностика, прочность, надёжность, безопасность и т.д.). Каждая из таких теорий имеет свою аксиоматику, методологию, математический аппарат и область применения. Поэтому по своей сути каждая из подобных теорий является локальной и решает самостоятельно определённую часть задач оптимального управления. Объединение решений частных задач в общий алгоритм решения проблемы не может выполнить ни одна локальная теория по сравнению с частичным подходом к решению проблемы.

Общий алгоритм решения проблемы разрабатывается при объединении локальных решений в системное решение на логико-экспертном уровне. Следствием логико-экспертного подхода к решению проблемы является невозможность построить математическую модель управления сложным комплексным объектом. В результате исключается возможность обеспечить управление безопасностью с позиций технической и экономической эффективности и, как следствие, к опасности больших экономических потерь.

Решение комплексной научной проблемы оптимального управления безопасностью потенциально экологически опасного объекта, в том числе хранилища РАО [1], может быть достигнуто на основе системного подхода. Системность должна основываться на аксиоматическом положении о невозможности решения комплексной проблемы на базе одной теории. Системная теория должна содержать методологию управления, которая обеспечивает структурный синтез локальных теорий, а также соответствующий математический аппарат, который позволяет разработать алгоритмы управления по критериям технической и экономической эффективности и реализовать управление в виде наукоёмкой технологии. Следует отметить, что в отличие от любой локальной теории системная теория управления экологической безопасностью служит для решения комплексной проблемы с позиций технической и экономической эффективности и решает её во взаимодействии с локальными теориями.

В целом системная теория позволяет вместе с локальными теориями получить новое качество и перейти на оптимальное управление индивидуальной экологической безопасностью хранилищ РАО.

Наиболее часто используемой является Концепция глубокоэшелонированной защиты (ГЭЗ), которая основывается на международных нормативных положениях и положена в основу экспертного подхода к обеспечению безопасности атомных электростанций. Данная Концепция сводится к поддержке безопасности за счёт системы физических барьеров на принципах "предотвращения и ослабления аварий" [2]. Эти барьеры обеспечиваются с помощью ряда технических и организационных мер. В целом Концепция носит экспертный характер и не позволяет обеспечить оптимальное управление безопасностью.

Радиационная авария (РА) – это опасное происшествие на радиационно-опасном объекте, приводящее к выходу или выбросу радиоактивных веществ и (или) ионизирующих излучений за предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации данного объекта границы в количествах, превышающих установленные пределы безопасности его эксплуатации.

Что касается решения задачи оптимального управления безопасностью хранилища РАО, то здесь рассматривается Концепция максимальной безопасности при минимуме возможных затрат.

Концепция максимальной безопасности хранилища РАО при минимуме возможных затрат (далее – МБМЗ) основывается на следующих основных положениях:

- 1) Оптимальное управление безопасностью хранилища РАО путём объединения технической эффективности (обеспечение максимальной безопасности) с практической возможностью её реализации на основе экономической эффективности (минимизацией суммарных затрат на безо-

пасность и их оптимальное распределение) является основой Концепции МБМЗ. Согласно Концепции МБМЗ значение показателя риска РА находится из условия обеспечения максимальной безопасности при условии минимума возможных затрат (на предупреждение и ослабление аварии, а также страхование возможных следствий). Это положение иллюстрируется на рис. 1 [3].

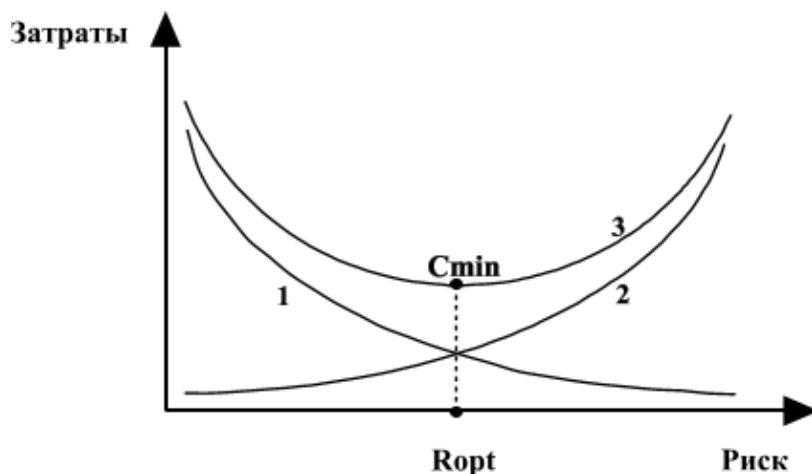


Рис. 1. Зависимость суммарных затрат на безопасность от показателя риска аварии [3]:

- кривая 1 – затраты на технологию предупреждения и ослабления аварии;
- кривая 2 – затраты на страхование последствий возможной аварии;
- кривая 3 – суммарные затраты на обе технологии (1 и 2);
- R_{opt} – оптимальное значение показателя риска виртуальной аварией;
- C_{min} – минимальные суммарные затраты на безопасность

2) Положение о виртуальной РА является базовым в Концепции МБМЗ. Это положение служит отправным моментом конструктивной методологии оптимального управления безопасностью. С целью конструктивного управления безопасностью следует использовать информацию, которую можно получить к наступлению аварийного состояния с целью предупреждения РА в реальном масштабе времени. Такой информацией являются значения активности РАО и связанной с ней дозы потенциального облучения, с одной стороны, и нормативные значения допустимой дозы потенциального облучения. Суть управления состоит в недопущении превышения допустимой дозы потенциального облучения. Для обеспечения конструктивного управления безопасностью, целесообразно использовать понятие виртуальной РА.

В основе определения виртуальной РА лежит понятие возможности аварии.

Возможность – это априори предвиденное событие (последовательность событий, как предвиденных причин аварии), которое не имеет устойчивой частоты появления.

Анализ возможностей является основным в обеспечении безопасности. Этот анализ позволяет учесть причины, которые могут привести к аварии в условиях отсутствия её частоты появления. Он является основой для разработки технологии предупреждения РА. В частности, на его основе разрабатываются симптомно-ориентированные инструкции (СОИ) для предупреждения аварии. В сущности, метод дерева событий также содержит совокупность вариантов возможной РА, при которых эксперт осуществляет выбор наиболее значимых вариантов. [4]

Цель управления безопасностью – исключение РА из хранилища РАО. Понятие виртуальной РА является естественным теоретическим положением, которое исключает теоретическую неизбежность аварии и согласуется с целью управления безопасностью.

3) Использование закономерности технологии предупреждения РА лежит в основе оптимального управления безопасностью хранилища РАО. Предупреждение виртуальной РА на основе этих закономерностей сводится к недопущению перехода хранилища РАО в аварийное состояние.

Очевидно, что управление безопасностью (как любое априорное управление) можно осуществить только при использовании закономерности. Оптимальное управление безопасностью хранилищ РАО с позиции модели виртуальной РА целесообразно осуществлять путём оптимизации, прежде всего, технологии предотвращения аварии.

4) Интервал запаса управляемости безопасностью хранилища РАО является одним из основных понятий Концепции МБМЗ. Этот запас находится на границе устойчивого управления безопасностью хранилища РАО. Он определяет зону потенциальной опасности перехода хранилища РАО из работоспособного в аварийное состояние за счёт неустойчивого управления, вызванного погрешностью технологии предупреждения аварии.

С точки зрения обеспечения безопасности хранилища РАО, предупреждение РА связано с предупреждением загрязнения радиоактивными веществами. С этой целью определяют интервал запаса управляемости безопасностью хранилища РАО через величину излучения РАО, которые фиксируются значениями случайной величины контроля излучения. Значение верхней границы следует определять на основе анализа конкретного технологического процесса управления безопасностью хранилища РАО [5].

Таким образом, запас управления безопасностью определяется как в обеспечении интервала запаса за счёт выбора значения его нижней границы, так и в уменьшении начального значения показателя риска на длину интервала запаса управляемости. Уменьшение начального значения показателя риска обеспечивается за счёт соответствующего повышения надёжности системы предупреждения РА. При выполнении указанных условий, хранилище РАО находится в зоне устойчивого управления безопасностью.

Положение о первостепенном значении принципов предупреждения РА в управлении безопасностью РАО полностью согласуется с методологией комплексной системы управления качеством.

5) Для оценки события виртуальной РА согласно Концепции МБМЗ предполагается оценка возможности потери управляемости безопасностью РАО. Технология оптимального управления безопасностью хранилища РАО основывается на принципе оптимального управления надёжностью технологии обеспечения безопасности хранилища РАО. Для этой цели используется идея определения оценки путём учёта вероятностей таких случайных событий, которые являются, во-первых, статистически устойчивыми и, во-вторых, являются причинами виртуальной РА. Такой подход, в частности, используется в методе дерева событий, в котором рассматриваются исходные события, как исходные причины аварии [6].

Первой такой причиной виртуальной РА является превышение контролируемой величины верхней границы интервала запаса управляемости из-за нарушения процесса излучения РАО. Второй причиной является погрешность (ненадёжность) систем управления безопасностью (контроля и защиты) хранилища РАО.

Согласно логико-вероятностному подходу к анализу надёжности приближенная оценка сверху виртуальной РА равняется вероятности возможного перехода объекта управления в аварийное состояние (через погрешность технологии предупреждения аварии), умноженной на вероятность погрешности контроля и защиты (системы управления безопасностью).

6) Чтобы реализовать технологию оптимального управления безопасностью, необходимо учитывать суммарные затраты на безопасность, которые включают в себя два вида затрат. Первый вид (кривая 1) – затраты на технологию предупреждения и ослабления аварии, которая учитывается в Концепции ГЭС. Второй вид затрат (кривая 2) – затраты на страхование последствий возможной аварии, которая не учитывается в Концепции ГЭС. Минимуму суммарных затрат однозначно отвечает оптимальное значение показателя риска аварии R_{opt} (кривая 3) (рис. 1).

7) В управлении потенциально опасным состоянием хранилища РАО следует использовать принцип управления по состоянию. Поскольку виртуальная РА не может быть теоретически исключена, то необходимо предусматривать и возможность управления в случае предаварийного состояния.

Таким образом, принцип управления по состоянию является общим принципом управления безопасностью любых объектов атомной энергетики, он представляет часть Концепции МБМЗ.

8) Эффективность управления экологической безопасностью РАО возможна только на основе системной теории оптимального управления безопасностью.

Теория оптимального управления безопасностью обращения с РАО содержит в себе следующие методы:

а) метод анализа надёжности обращения с РАО для нормальной эксплуатации с учётом систем управления;

б) метод анализа безопасности и опасности обращения с РАО с учётом эшелонированной защиты;

в) метод определения необходимых, оптимальных значений вероятностных показателей безопасности, опасности и оптимальных показателей надёжности как для отдельных частей управления безопасностью обращения с РАО, так и в целом, исходя из минимизации затрат;

г) метод определения интервала (и вероятности) процесса запаса управляемости безопасностью обращения с РАО и вероятности нахождения процесса в этом интервале. Эта вероятность используется как оптимальное значение показателя риска, который отвечает минимуму суммарных затрат на безопасность;

д) метод анализа отказов систем управления и защиты на показатель безопасности обращения с РАО, а также метод анализ влияний человеческого фактора на надёжность технологии управления безопасностью обращения с РАО;

е) методы минимизации суммарных затрат на безопасность и их оптимальное распределение, а также определение оптимальных показателей надёжности систем предупреждения РА, защиты и их элементов.

Таким образом, в соответствии с теорией оптимального управления безопасностью хранилища РАО, показатель риска РА не рассматривается как изолированная от экономики самостоятельная задача. Обеспечение безопасности связано с проблемой минимизации суммарных затрат на безопасность и оптимальное их перераспределение между затратами на технологию управления безопасностью (для предотвращения и ослабления аварии) и затратами на устранение следствий (или затратами на страхование) виртуальных РА. Принцип управления по состоянию какого-либо радиационного объекта является общим принципом управления безопасностью любых объектов атомной энергетики.

Литература

1. Билаш В.С., Калач А.В. Моделирование распределения концентрации радионуклидов в хранилищах твердых отходов // Вестник Воронежского института ФСИИ России. 2021. № 1. С.36-44.

2. Основные принципы безопасности атомных станций. Отчет Международной консультативной группы по ядерной безопасности. Серия безопасности 75. INSAG-3, Rev.1 INSAG-12. Вена, 2015. 142 с.

3. Боровкова В.А. Риск-менеджмент: монография. СПб.: ТЭИ, Библиогр, 2014. 196 с.

4. Линге И. И., Самойлов А.А. Возможности оптимизации нормативного регулирования единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами // Вопросы радиационной безопасности. 2016. № 4 (84). С. 12-20.

5. Бахвалов А.В. Оценка риска для территории расположения хранилища радиоактивных отходов по критическим нагрузкам на биотоп: дис. ... канд. биол. наук. Обнинск, 2012. 124 с.

6. Надёжность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие в 2 ч. / под ред. А.Б. Корчагина, В.С. Сердюк, А. И. Бокарева. Омск: изд-во ОмГТУ, 2011. 140 с.

Д.В. Русских, Ю.М. Евдокимов, А.В. Мещеряков
ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЯ
НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В АРКТИКЕ

Рассмотрены некоторые особенности при создании новых материалов для условий Арктики, проблемы обледенения материалов, адгезии льда к различным поверхностям твёрдых тел (подложкам), особенности тушения пожаров в арктических условиях. Анализируются возможности соединения различных тел в условиях Арктики бесклеевым способом (с использованием тетраподов, способов сухой адгезии).

Ключевые слова: Арктика, обледенение, адгезия, супергидрофобные покрытия.

D.V. Russkikh, Yu.M. Yevdokimov, A.V. Meshcheryakov
POSSIBLE SOLUTIONS TO SOME TECHNOLOGICAL PROBLEMS
IN THE ARCTIC

Some features of the creation of new materials for the Arctic conditions, the problems of materials icing, ice adhesion to various surfaces of solids (substrates), and the peculiarities of extinguishing fires in Arctic conditions are considered. The possibilities of joining various bodies in the Arctic using a glueless method (using tetrapods, dry adhesion methods) are analyzed.

Key words: Arctic, icing, adhesion, superhydrophobic coatings.

Проблемы арктического материаловедения обусловлены отличием условий Арктики от материковых (резкие перепады температур, высокое радиационное и ультрафиолетовое воздействие, значительная ветровая нагрузка, обледенение материалов и узлов конструкций, усталость металлов и сплавов, быстрая потеря клеящими своими клеящими свойствами и т.п. [1-4]. В связи с этим возникла необходимость создания новых материалов, обладающих способностью к самовосстановлению при нарушении целостности, самоочистке, характеризующихся высокой прочностью, морозостойкостью, долговечностью, низким, практически нулевым коэффициентом трения, супергидрофобностью. Важно создание адгезивов, склеивающих при низких температурах, составов, предотвращающих процессы обледенения самых различных материалов и конструкций (спецодежда пожарных, пожарные рукава, стволы, электрические провода, корабельные надстройки, самолёты, морские нефтедобывающие платформы). К материалам с необычными свойствами можно отнести гибридные, метаматериалы, янус-материалы, функциональные, супергидрофобные покрытия с углами смачивания более 140-150 градусов, некоторые из которых используются в авиастроении, космонавтике, ракетостроении и могут с успехом применяться в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ).

Важной проблемой является и борьба с пожарами в условиях Арктической тундры с очень уязвимой экосистемой. В последнее время предложены новые составы и технологии для тушения пожаров с использованием температурно-активированной воды (туман), позволяющих резко сократить

расход воды при тушении пожаров, обойтись без пожарных стволов с дорожными насадками, улучшить работу при добавлении в воду антифризов для тушения пожаров при температурах до минус 50- 60 градусов Цельсия, использовать при тушении специальные незамерзающие порошковые смеси, быстротвердеющие пены, ранцевые огнетушители различных типов. Но этого всё-таки недостаточно. Необходимо разрабатывать новые технологии, основанные на физических принципах (тушение с помощью акустических излучений, действия электростатических полей, электромагнитных излучений), учитывая, что предпосылки и опытные наработки в этом направлении имеются. Необходимо понимать, что при горении образуются миллионы тонн сажи, двуокиси углерода и метана, приводящие к крайне нежелательным экологическим последствиям, вплоть до изменения климата.

Проблемы адгезии – аутогезии – когезии (и часто сопутствующего трения, включающего адгезионную составляющую) в Арктике возникают при движении полозьев самолётных лыж по снежному и ледяному покрову, образовании сосулек, свисающих с карнизов строений и проводов, сцеплении различных порошков с подложками при тушении пожаров, контакте и нарушении контакта автомобильных шин со льдом (снегом), удалении ледяного и снежного покрова с самых различных поверхностей твёрдых тел при борьбе с обледенением, проведении всевозможных ремонтных работ и т.п.

Работ, посвящённых исследованию характеристик льда и его адгезионных свойств, а также работоспособности клеевых соединения при пониженных температурах, не так много. Адгезионные соединения (АС), изготовленные на "Земле" надёжно работают при пониженных (вплоть до минус 100 градусов Цельсия) температурах, но клеи, склеивающих при температурах минус 5-10 градусов Цельсия и ниже, крайне мало и их придётся создавать. Или искать альтернативные пути соединения различных материалов без клеев.

Для ряда случаев можно предложить использование тетраподов ("микро-якорьков") для сцепления полимерных материалов между собой или сцепления по типу сухой адгезии за счёт действия межмолекулярных сил и водородных связей. Можно и сам лёд (воду) использовать в качестве клея при низких температурах, так как он обеспечивает высокое значение адгезионной прочности (от 0,3 до 1,3 МПа) при сцеплении с металлами, полимерами, бетоном при ещё при более высокой собственной (когезионной) прочности. Но следует учитывать, что лёд испаряется без плавления (сублимация), переходя в пар, что в ряде случаев может вызвать неприятности при эксплуатации таких соединений).

С другой стороны, важно и понижение адгезионной прочности для устранения проблем обледенения, например. Этого можно достичь при нанесении сверхгидрофобных покрытий на защищаемые поверхности

(например, покрытий на основе силиконов), которые могут привести к существенному понижению адгезионной прочности в системе лёд-соединяемые материалы. Кроме указанного можно регулировать адгезионные свойства за счёт обработки поверхностей с созданием оптимальной топологии и архитектуры (шероховатости) последней, добиваться оптимального для борьбы с обледенением контакта по режиму "Кассини – Бакстера".

Литература

1. Маэно Н. Наука о льде, пер. с яп., М.: Мир, 1988. 231 с.
2. Дерягин Б.В. Что такое трение? М.: АН СССР, 1963. 230 с.
3. Семенов В., Евдокимов Ю., Цейтлин Г. Адгезионные свойства полибензоксазолов // Труды Всесоюзной конференции "Свойства и применение полимеров при низких температурах", Якутск, 1977: Сб. трудов МЛТИ, М., вып. 97, 1997. С. 96-98.
4. Бузик В.М., Каблов Е.Н. Арктическое материаловедение. Вып. 3. Томск: изд-во Дома Томского госуниверситета, 2018. 44 С.

С.А. Швырков, Я.И. Юрьев

К ОЦЕНКЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Представлены подход и результаты оценки фактического предела огнестойкости железобетонного ограждения для группы мазутных резервуаров теплоэлектроцентрали. Результаты расчётов показали, что несущая способность ограждающей стены более чем в 11 раз превышает изгибающий момент от нормативной нагрузки, то есть её огнестойкость не менее RE 600, что в 4 раза превышает нормативный показатель для таких типов резервуарных ограждений.

Ключевые слова: резервуар, разрушение, пожар, ограждение, огнестойкость.

S.A. Shvyrkov, Y.I. Yuryev

TO ASSESS THE FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE TANK FENCES

The approach and results of the assessment of the actual fire resistance limit of reinforced concrete fence for a group of fuel oil tanks of a thermal power plant are presented. The calculation results showed that the load-bearing capacity of the enclosing wall is more than eleven times higher than the bending moment from the standard load. This means that the fire resistance of the enclosing wall is at least RE 600. This indicator is four times higher than the standard indicator for such types of tank fences.

Key words: tank, destruction, fire, fence, fire resistance.

В последнее время в Москве активно ведётся развитие транспортной инфраструктуры, при этом нередко возникают вопросы соблюдения противопожарных расстояний между строящимися и находящимися в эксплуатации объектами. Так при строительстве транспортных развязок эстакадного типа Северо-Восточной хорды (СВХ) возникла проблема их сближения с группой из трёх мазутных резервуаров теплоэлектроцентрали (ТЭЦ-11).

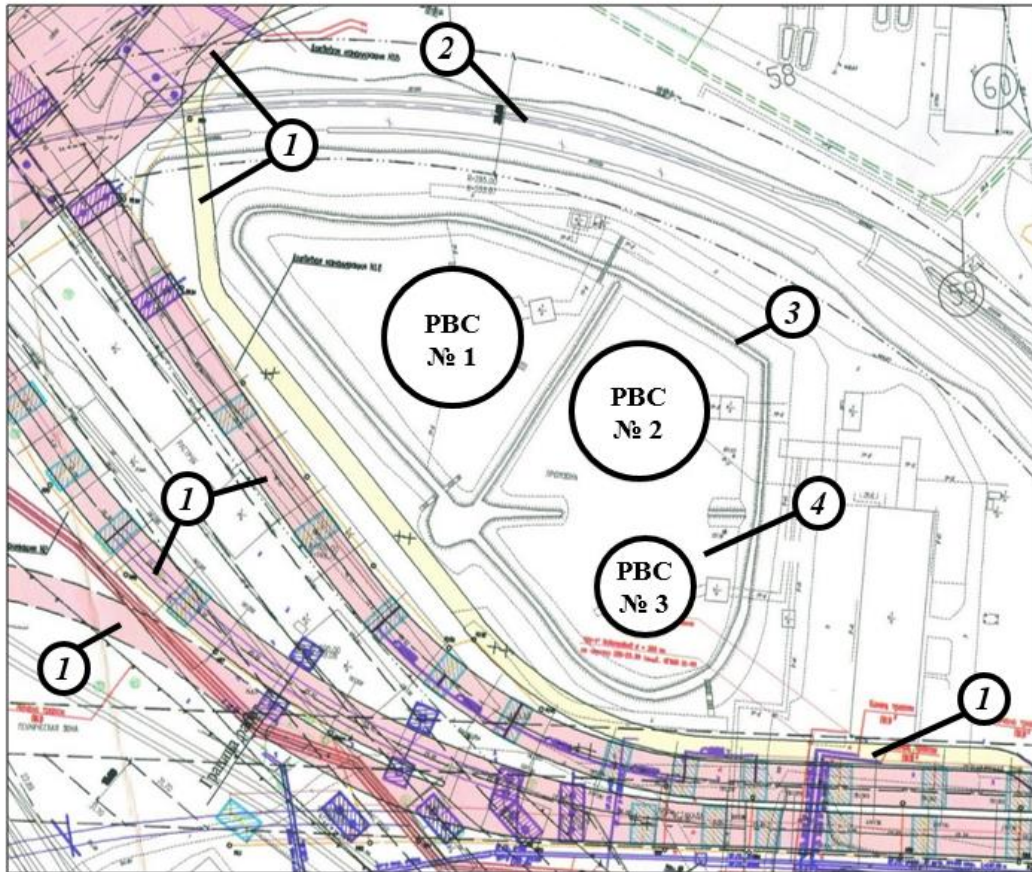


Рис. 1. Резервуары ТЭЦ-11 и участки СВХ в ситуационном плане:
 1 – проектируемые участки транспортных развязок; 2 – железная дорога общего назначения; 3 – земляное обвалование; 4 – группа мазутных резервуаров

Статистика разрушений резервуаров, особенно при их расположении в населённых пунктах, показывает, что без адекватных рассматриваемой опасности дополнительных мероприятий последствия таких инцидентов всегда приводят к значительному материальному ущербу, часто сопровождаются травмами и гибелью людей. Достаточно вспомнить трагические последствия аварий резервуаров на установке по переработке газового конденсата в г. Дудинка Красноярского края (1983 г.), "Кураховской" ГРЭС в Донецкой области (1989 г.), линейной производственно-диспетчерской станции "Конда" в Тюменской области (2009 г.), теплоэлектростанции в г. Норильске (2020 г.) [1, 2].

Таким образом, с целью предупреждения негативных последствий при возможных авариях резервуаров на ТЭЦ-11 и размещения транспортных развязок на отведённой городской территории в качестве дополнительного компенсирующего мероприятия специалистами Академии ГПС МЧС России предложено взамен земляного обвалования группы резервуаров обустроить железобетонную ограждающую стену с волноотражающим

козырьком. Такая преграда должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 53324-2009 "Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности", в том числе иметь предел огнестойкости не менее $E 150$.

В связи с тем, что температурный режим пожара пролива горючей жидкости при разрушении резервуара имеет ряд существенных отличий от стандартного температурного режима пожара, при котором традиционно определяется предел огнестойкости строительной конструкции, ранее были выполнены исследования, в результате которых определены теплотехнические и прочностные характеристики некоторых видов тяжёлых бетонов в условиях воздействия углеводородного режима пожара [3]. Используя результаты этих исследований выполнена оценка фактического предела огнестойкости предложенной конструкции ограждения по методике, приведённой в стандарте СТО 36554501-006-2006 "Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций".

При выполнении расчётов приняты следующие допущения:

- толщина стены по всей высоте принята по наименьшему проектному значению, равному 1000 мм (рис. 2);

- не учитывалось воздействие на стену гидростатического давления от разлившегося в границах ограждения мазута на высоте 2,02 м при разрушении РВС № 1 (рис. 2), поскольку расчётное значение этого параметра ($P_{ст} = 0,196 \cdot 10^5 \text{ Па}$) в шесть раз меньше расчётного гидродинамического давления мазута ($P_{гд} = 1,254 \cdot 10^5 \text{ Па}$), действующего на этой же высоте на стену при полном разрушении указанного резервуара:

- площадь внутри обвалования группы резервуаров, $S_{об} = 12582,04 \text{ м}^2$;

- высота стенки РВС № 1-3, $H_{ст.п1} = H_{ст.п2} = H_{ст.п3} = 17,88 \text{ м}$;

- диаметр РВС № 1-3, $D_{р1} = D_{р2} = 39,9 \text{ м}$; $D_{р3} = 28,5 \text{ м}$;

- уровень мазута в РВС № 1-3, $H_{жр1} = H_{жр2} = H_{жр3} = 17,25 \text{ м}$;

- площадь поверхности мазута в РВС № 1-3, $S_{р1} = S_{р2} = 1249,73 \text{ м}^2$;
 $S_{р3} = 637,62 \text{ м}^2$;

- объём мазута в РВС № 1-3, $V_{р1} = V_{р2} = 21557,81 \text{ м}^3$; $V_{р3} = 10998,88 \text{ м}^3$;

- плотность мазута, $\rho_m = 960 \text{ кг/м}^3$;

- площадь разлива мазута в обваловании, $S_p = 10694,69 \text{ м}^2$;

- максимальный уровень мазута разлившегося в границах обвалования при разрушении РВС № 1, $H_{жmax} = V_{р1} / S_p = 2,02 \text{ м}$.

Поскольку при пожаре в железобетонных конструкциях с влажностью более 3,5 %, что характерно для рассматриваемого ограждения, возможно взрывообразное разрушение бетона, предварительно выполнен расчёт критерия хрупкого разрушения (F). В данном случае $F = 5,21$, что больше нормируемого значения, равного 4. Таким образом подтверждена возможность хрупкого разрушения бетона в конструкции ограждающей стены в течение

первых 20 мин её прогрева на пожаре, при этом может произойти откалывание бетонных элементов толщиной до 100 мм. Вследствие указанного оценка огнестойкости ограждения в дальнейшем проводилась с учётом снижения его толщины на 100 мм по потере несущей способности, так как сначала наступает предел огнестойкости по R , а затем по E .

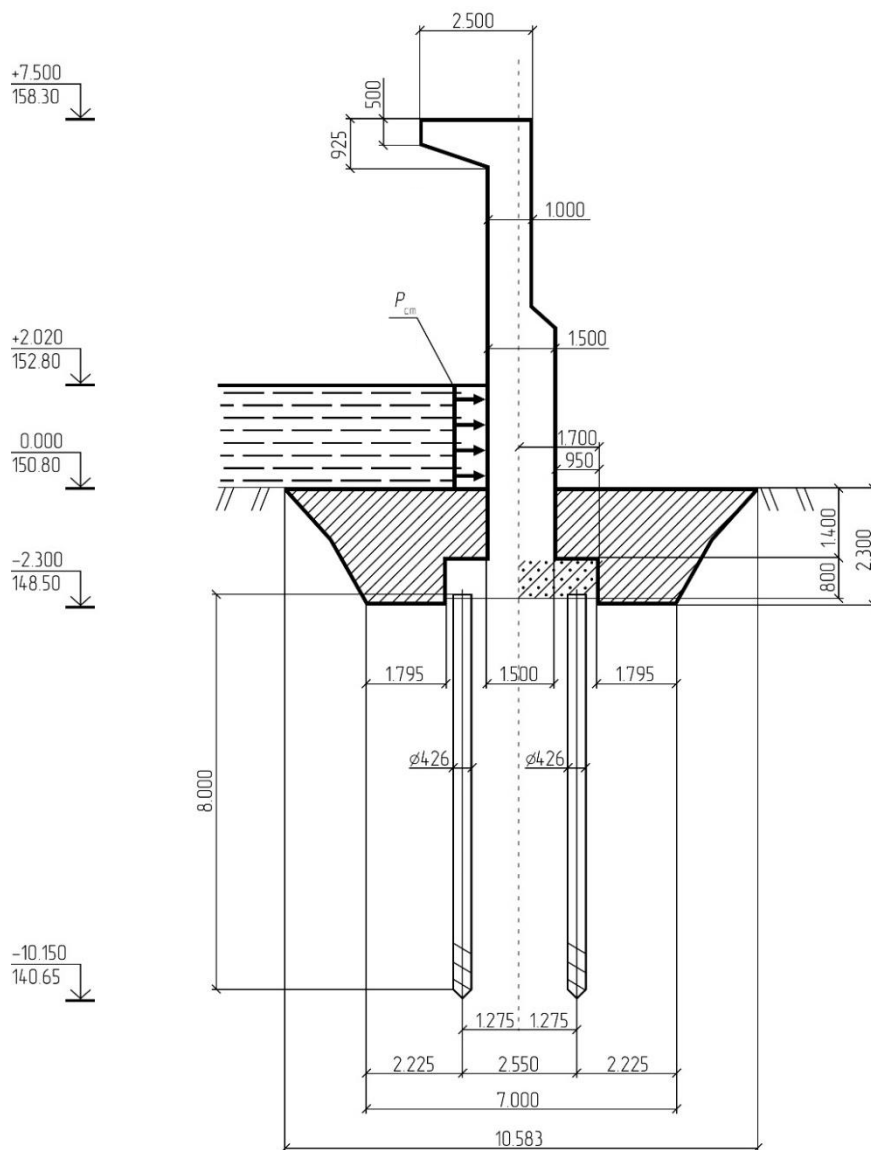


Рис. 2. Техническое решение ограждающей стены на свайном фундаменте ($P_{ст}$ – гидростатическое давление от разлившегося в границах ограждения мазута на расчётной высоте 2,02 м)

В результате выполненных расчётов получены зависимости несущей способности ограждения и изгибающего момента от различной продолжительности огневого воздействия, общий вид которых показан на рис. 3.

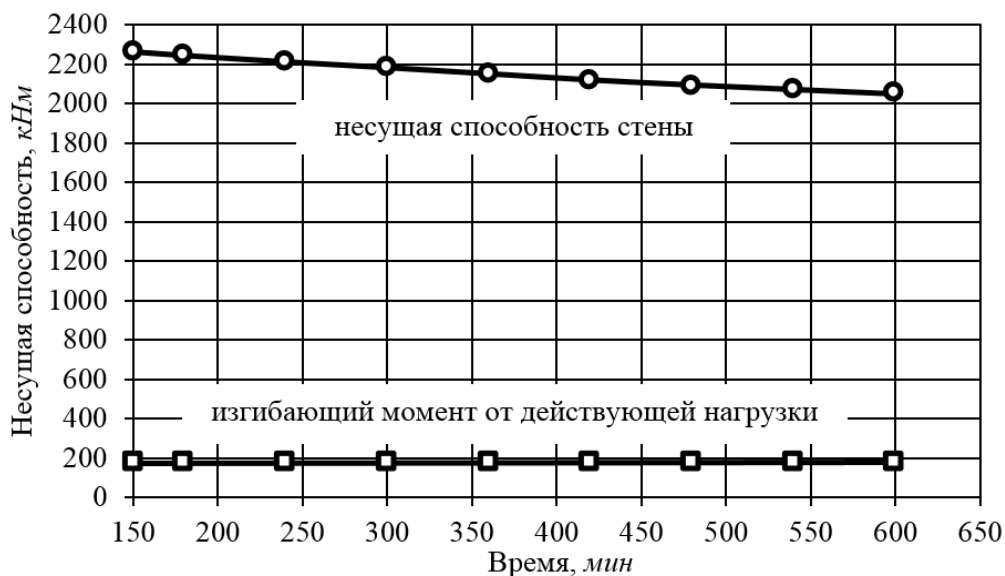


Рис. 3. Несущая способность и изгибающий момент ограждающей стены от продолжительности огневого воздействия при пожаре пролива мазута (толщина стены – 900 мм, диаметр арматуры А500 – 28 мм)

Общий вид преграды в резервуарном парке ТЭЦ-11 на стадии строительства представлен на рис. 4.



Рис. 4. Общий вид ограждения со стороны РВС № 3

Из рис. 3 видно, что принятая проектом конструкция ограждающей стены для группы мазутных резервуаров ТЭЦ-11 г. Москвы способна сохранять конструктивную целостность и функциональное назначение при длительном воздействии углеводородного пожара. Фактическая огнестойкость рассматриваемой преграды составляет не менее $RE\ 600$, что в 4 раза превышает нормируемое значение для ограждений резервуаров (не менее $E\ 150$).

В целом, использование положений методики СТО 36554501-006-2006 "Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций" и результатов исследований по определению теплотехнических параметров и прочностных характеристик различных видов тяжелых бетонов в условиях углеводородного режима пожара, позволяют обоснованно выполнять оценку фактического предела огнестойкости монолитных железобетонных ограждающих стен резервуарных парков.

Литература

1. Швырков С.А. Пожарный риск при квазимгновенном разрушении нефтяного резервуара: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. 289 с.
2. Авария с топливом в Норильске. <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5faa88d49a79476f8a17aa55>
3. Юрьев Я.И. Огнестойкость монолитных железобетонных ограждающих стен резервуарных парков: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. 152 с.

В.В. Киселёв

К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ ОТ ПАВОДКОВ ЗА СЧЁТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПОСТОВ

Наводнения и паводки происходят ежегодно и наносят значительный материальный ущерб экономике страны, поэтому прогнозирование этих опасных природных явлений является актуальной задачей. Рассмотрены вопросы организации и проведения мониторинга опасных природных явлений, связанных с паводковой обстановкой, с использованием гидрологических постов на примере Алтайского края.

Ключевые слова: паводок, гидрологический пост, безопасность.

V. V. Kiselev

ON THE ISSUE OF SAFETY OF THE POPULATION AND ECONOMIC FACILITIES FROM FLOODS THROUGH THE USE OF HYDROLOGICAL POSTS

Floods and floods occur annually and cause significant material damage to the country's economy, therefore, forecasting these dangerous natural phenomena is an urgent task. The article deals with the organization and monitoring of hazardous natural phenomena associated with flood conditions, using hydrological posts on the example of the Altai Territory.

Key words: flood, hydrological post, safety.

В связи с изменением климата и увеличением средней годовой температуры всё чаще можем наблюдать различные природные катаклизмы. Одним из таких негативных явлений являются наводнения и паводки. Эти природные явления ежегодно наносят колоссальный ущерб экономике России, иногда уносят жизни людей. Для обеспечения безопасности населения и территорий необходим постоянный мониторинг паводковой обстановки.

В настоящее время существуют разные способы оценки вероятности возникновения паводкоопасной обстановки на той или иной территории, одним из которых является наблюдение с использованием гидропостов.

Гидрологический пост – совокупность различного оборудования и приборов для гидрологических измерений и наблюдений на реках, озёрах, морях, каналах, а также место, где расположены эти устройства.

Проведён анализ существующих типов гидрологических постов, действующих на территории Российской Федерации. Гидропосты в зависимости от наблюдаемого объекта и установленного объёма наблюдений, имеют определённый тип и разряд:

- гидрологические посты на реках и каналах;
- озерные гидрологические посты на озёрах и водохранилищах;
- морские гидрологические посты на морях.

На гидрологическом посту проводятся следующие наблюдения: уровень воды на водном объекте, уклон водной поверхности, расход воды в реке или канале, температура воды, мутность воды, расход взвешенных и донных наносов, волнение, рейдовые наблюдения на акваториях, солёность воды, мониторинг загрязнения вод.

Все устройства можно объединить в две совокупности – водомерный пост и гидроствор. Среди водомерных постов выделяют следующие:

- речные водомерные посты – используют вертикальную рейку с делениями, обычно прикреплённую к гидротехническому сооружению;
- свайные водомерные посты – используют ряд свай, вбитых в дно;
- современные дистанционные посты с автоматизированными уровнемерами передают показания через Интернет;
- передаточные водомерные посты – используют размеченную верёвку или измерительную рулетку с подвешенным грузом.

Кроме того, посты оснащаются самописцами уровня воды, мареографами и уклонными рейками.

Проанализировано использование гидропостов на примере субъекта Российской Федерации – Алтайского края. Определено, что из 50 круглогодичных стационарных гидрологических постов 2 поста являются временными. Установлена автоматизированная система мониторинга опасных явлений, связанных с паводковой обстановкой, включая 6 круглогодичных стационарных гидрологических постов. Все гидрологические посты в период весеннего паводка представляют информацию ежедневно. Кроме того, муниципальными образованиями на опасных участках разворачивается до 16 временных водомерных постов.

На рис. 1 представлен Гидропост, расположенный на автомобильном мосту через реку Катунь в Алтайском района Алтайского края.



Рис. 1. Гидропост на реке Катунь

На рис. 2 представлен Гидропост, расположенный на автомобильном мосту через реку Чарыш Чарышского района Алтайского края в районе н.п. Сентелек.



Рис. 2. Гидропост на реке Чарыш

Существует программное обеспечение автоматизированной системы мониторинга опасных природных явлений, связанных с паводковой обстановкой на территории Алтайского края. Система включает 6 датчиков, установленных на реках края: р. Чарыш н. п. Сентелект, р. Обь г. Барнаул, р. Катунь н. п. Катунь, р. Катунь н. п. Бийск, р. Бия н. п. Бийск, р. Песчаная н. п. Сычевка.

Установлено, что датчики гидропостов используются для непосредственного измерения уровня воды и передачи в автоматическом режиме информации об уровнях соответствующим ответственным специалистам. Это способствует своевременному реагированию на складывающуюся гидрологическую ситуацию.

Программное обеспечение, установленное на рабочем месте оперативного дежурного по мониторингу и прогнозированию, позволяет выводить на экран различные отчёты, схемы и графики. За выбранный период можно проанализировать изменения уровня воды и скорость нарастания уровня. Так же с рабочего места есть возможность отслеживать технические характеристики датчика – заряд и напряжение аккумуляторной батареи, проникновения к объекту.

На рис. 3-б представлена работа автоматизированной системы мониторинга опасных природных явлений, связанных с паводковой обстановкой на территории Алтайского края "Автоматизированная система контроля параметров".



Рис. 3. Автоматический гидропост, установленный на автомобильном мосту через реку Обь в г. Барнауле

Для каждого датчика предусмотрена возможность построения графика динамики изменений его показаний за определённый период времени.

Все события в системе мониторинга сохраняются в единой базе данных. Для доступа к этой информации используется журнал событий, с помощью которого диспетчер производит запрос к базе данных для контроля состояния системы мониторинга за определенный период времени.

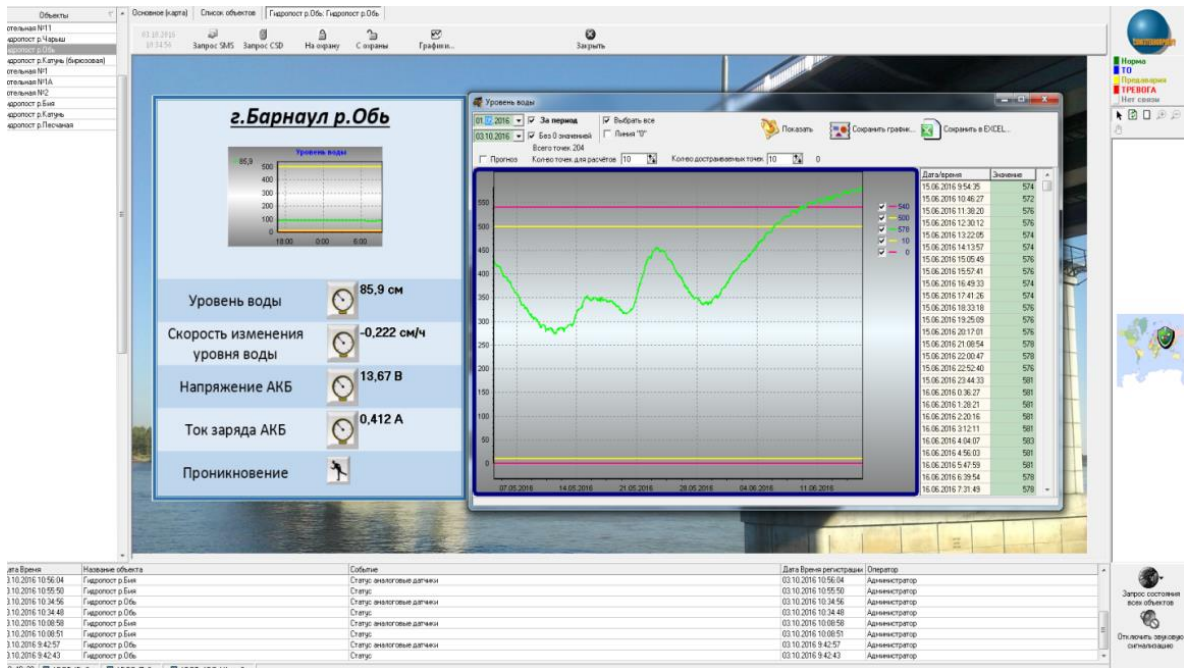


Рис. 4. График изменения показаний датчика, определяющего уровень воды в реке Обь

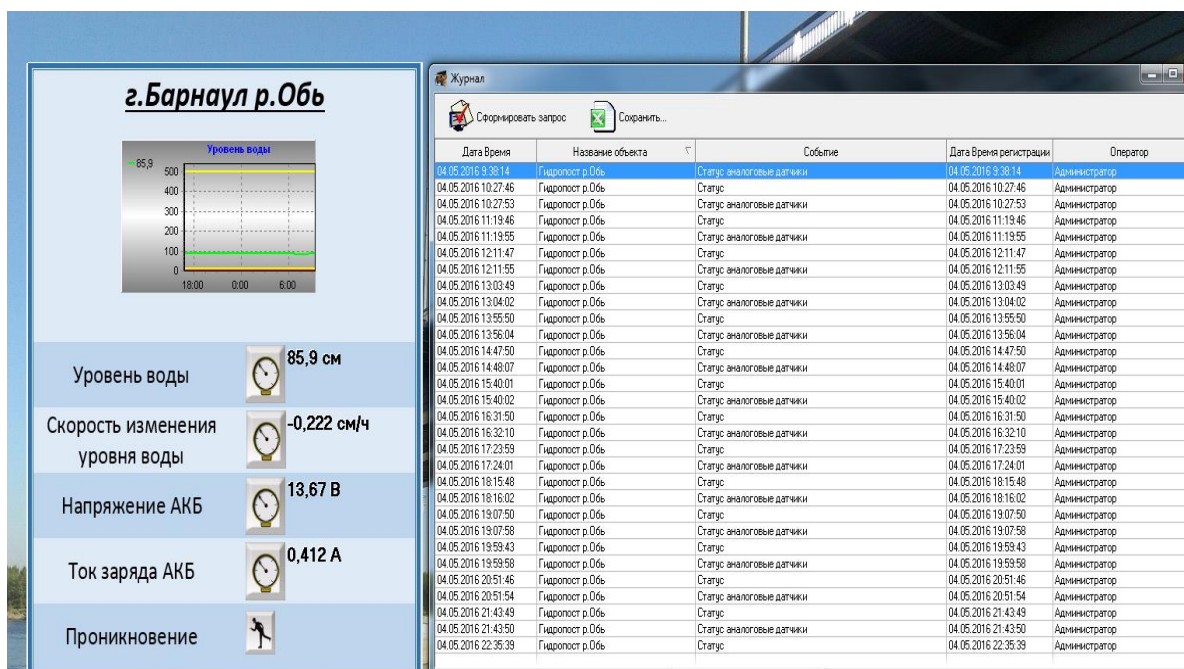


Рис. 5. Журнал работы автоматизированной системы контроля параметров

Окно общего графика содержит две области: верхняя – настройка параметров графика, нижняя – непосредственно сам график изменения заданных величин.

Окно общего графика содержит две области: верхняя – настройка параметров графика, нижняя – непосредственно сам график изменения заданных величин.

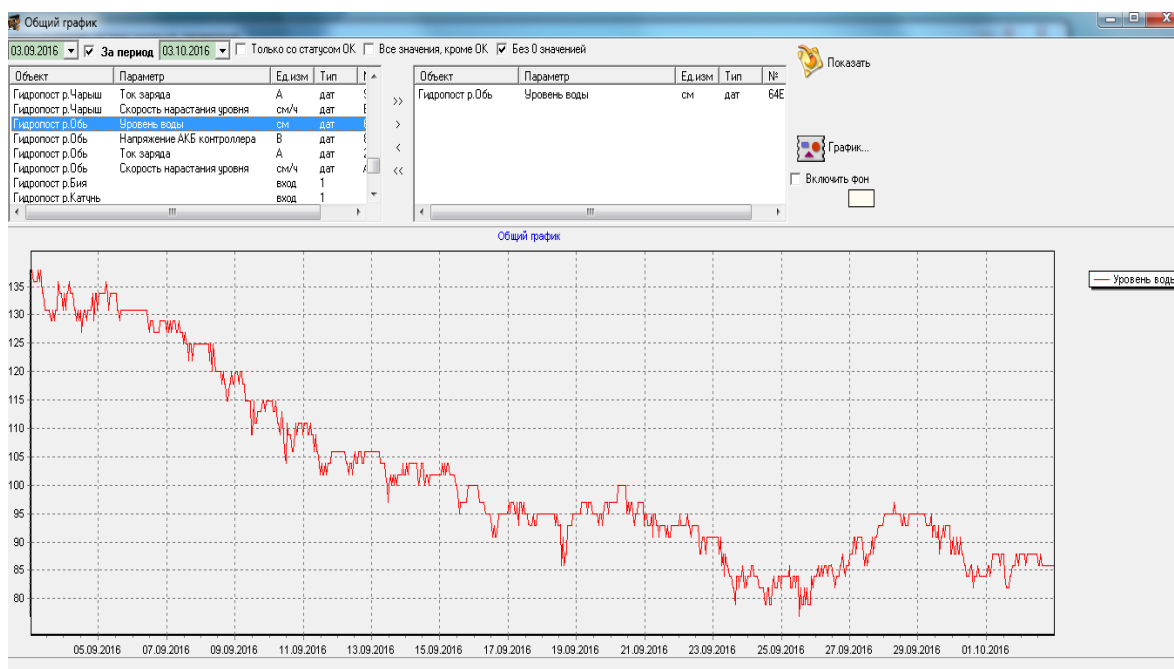


Рис. 6. График изменения уровня воды в реке Обь в районе города Барнаула

Предлагается осуществлять прогнозирование на основе обработки мониторинговой информации, получаемой от гидрологических постов с использованием гидрологических моделей. Такой способ позволяет оперативно выявлять конкретные причины, характерные для данной местности и данного округа, которые влияют на паводковую обстановку.

Таким образом, использование гидрологических постов для предупреждения паводковой обстановки позволяет своевременно сделать упреждающий прогноз паводков, что способствует снижению потерь и ущерба и повышению уровня безопасности населения территорий.

Литература

1. Алексеевский Н.И., Фролова Н. Л., Христофоров А. В. Мониторинг гидрологических процессов и повышения безопасности водопользования. М.: Географический ф-т МГУ, 2011. 367 с.
2. Акимов В.А., Воробьев Ю.Л., Фалеев М.П. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учебное пособие. М.: Высшая школа, 2007.
3. Авакян А.Б., Истомина М.Н. Наводнения как глобальная проблема. Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2013. Т. 3, №1. С. 180-193.

В.В. Киселёв

ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРИМЕРЕ СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Разобраны основные способы оценки риска возникновения паводкоопасной обстановки. Данная проблема является актуальной, поскольку паводок приносит значительный материальный ущерб экономике регионов. Проведён анализ и собрана информация о количестве подтоплений в населённых пунктах Алтайского края за 8 лет. Сформулирован комплекс мероприятий, направленных на повышение безопасности населения и объектов экономики от последствий паводков.

Ключевые слова: паводок, безопасность, оценка риска.

V.V. Kiselev

ASSESSMENT OF THE RISK OF EMERGENCY SITUATIONS ON THE EXAMPLE OF A CONSTITUENT ENTITY OF THE RUSSIAN FEDERATION

The article discusses the main methods of assessing the risk of a flood hazardous situation. This problem is urgent, since the flood causes significant material damage to the regional economy. The paper analyzes and collects information on the number of flooding in the settlements of the Altai Territory for 8 years. A set of measures has been formulated to improve the safety of the population and economic facilities from the consequences of floods.

Key words: flood, safety, risk assessment.

Существуют разные способы оценки вероятности возникновения паводкоопасной обстановки на той или иной территории. Основные из них:

- наблюдение за гидропостами;
- анализ статистических данных;
- космический мониторинг.

Потенциальные опасности идентифицируются по трём ключевым элементам: местоположение, вероятность возникновения, интенсивность. На этапе идентификации рисков используются матрицы рисков. Это позволяет провести количественное сравнение различных ситуаций рисков. Также на данном этапе важно учитывать все опасности, кроме этого, вероятность их возникновения и их возможное воздействие.

В качестве примера возьмем вероятную ЧС природного характера – паводок. На рис. 1 представлен график, демонстрирующий количество подтопленных населенных пунктов в Алтайском крае весенним паводком в 2014, 2015, 2018 годах, когда паводок был наиболее интенсивным. Кроме того, на графике представлено суммарное количество подтопленных населенных пунктов за период с 2000 по 2018 год в районах края. За основу взяты статистические данные по населенным пунктам, подвергшимся затоплению (подтоплению) на территории Алтайского края за 19 лет (2000-2018 гг.).

Количество подтопленных населенных пунктов

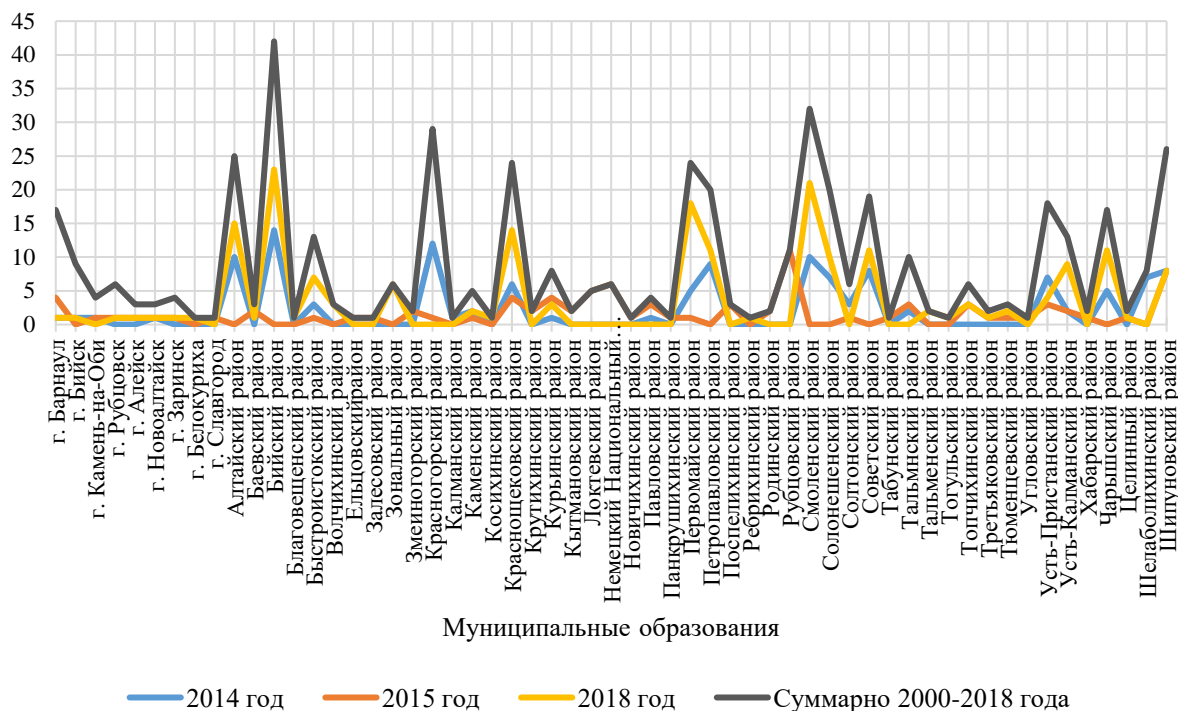


Рис. 1. Статистика подтопленных населенных пунктов в 2000-2018 гг. в Алтайском крае

Проведённый анализ ликвидации ЧС прошлых лет, а также прогноз развития возможной паводковой обстановки показал, что на территории Алтайского края риску подтопления, вызванного различными гидрологическими и гидродинамическими явлениями и процессами, подвержено 56 муниципальных образований, 484 населённых пункта, 27 183 домов с населением 84 678 человек, в том числе 15 597 детей.

Цепочка явлений, предшествующая наводнению, следующая: скопление дождевых облаков над бассейном водосбора – интенсивный дождь со снеготаянием – формирование водотока по руслам рек горного водосборного участка – прохождение водотока по основному равнинному руслу до устья реки.

Основными способами оценки риска возникновения паводкоопасной обстановки на территории являются: наблюдение за гидропостами, анализ статистических данных, космический мониторинг, применение геоинформационных систем.

Управление рисками паводков с целью уменьшения вероятности затопления и его возможных последствий содержит три основных этапа:

- предварительная оценка рисков наводнений;
- картирование опасностей и рисков наводнений;
- составление плана по управлению рисками наводнений.

Цепочка мероприятий по управлению рисками катастроф включает компоненты: определение контекста, идентификация рисков, анализ рисков, оценка общего риска, противодействие рискам. Чтобы обеспечить эффективную работу всей цепочки управления, в ходе деятельности должны проводиться мониторинг и оценка результатов.

На взгляд автора приоритетными направлениями в области безопасности являются прогнозирование, моделирование и мониторинг. Повысить эффективность мониторинга и прогнозирования возникновения ЧС гидрологического характера возможно с помощью внедрения современных методов, в частности, перехода на цифровые топографические карты для моделирования последствий ЧС, перехода к автоматизированному ведению базы паспортов объектов. Использование геоинформационных систем оценки риска паводка позволит повысить оперативность и степень точности прогнозирования.

При реализации превентивных мер основные усилия необходимо направить на проведения комплекса мероприятий по смягчению риска возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных прохождением весеннего половодья и организацию своевременного реагирования на чрезвычайные ситуации, первоочередное жизнеобеспечение пострадавшего населения, для чего предлагается комплекс следующих мероприятий:

- в каждом муниципальном образовании рабочими группами комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности уточнить границы и масштабы последствий возможного затопления (подтопления) по наихудшему варианту развития половодья;

- провести разъяснительную работу с каждым человеком, проживающим в зоне возможного затопления, объяснив порядок действий при наступлении половодья;

- организовать проведение в образовательных учреждениях области уроков о безопасном поведении учащихся в период пропуска весенних паводковых вод. При необходимости предусмотреть перенос сроков весенних каникул в общеобразовательных учреждениях;

- разработать и согласовать планы по смягчению рисков и реагированию на чрезвычайные ситуации в паводкоопасный период в каждом муниципальном районе и городском округе;

- организовать подготовку и обеспечить готовность пунктов временного размещения и пунктов питания для обеспечения жизнедеятельности пострадавшего населения;

- уточнить объёмы и состав резервов горюче-смазочных материалов, продовольствия, медикаментов и предметов первой необходимости в районах, подверженных подтоплению, при необходимости обеспечить выполнение мероприятий по восполнению;

- совместно с органами правопорядка уточнить планы мероприятий по охране общественного порядка на территориях, подвергающихся подтоплению.

Литература

1. Алексеевский Н.И., Фролова Н.Л., Христофоров А.В. Мониторинг гидрологических процессов и повышения безопасности водопользования. М.: Географический ф-т МГУ, 2011. 367 с.

2. Акимов В.А., Воробьёв Ю.Л., Фалеев М.П. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учеб. пос. М.: Высшая школа, 2007.

3. Авакян А.Б., Истомина М.Н. Наводнения как глобальная проблема. Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2013. Т. 3, №1. С. 180-193.

Р.В. Халиков, Е.Г. Колесникова, И.Н. Кустышев, В.В. Роеико

АВТОКОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ АВАРИЙ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Проанализированы аварии на угольных шахтах с использованием методов регрессионного анализа. Установлено наличие автокорреляции в исследуемых рядах динамики аварий. Установлены истинные связи соответствующих рядов, предложено решение для снижения количества погибших при авариях.

Ключевые слова: угольные шахты, регрессионный анализ, автокорреляция, эндогенные пожары.

R.V. Khalikov, Y.G. Kolesnikova, I.N. Kustyshev, V.V. Royenko

AUTOCORRELATION ANALYSIS OF COAL MINE ACCIDENTS

Analyzed accidents at coal mines using the methods of regression analysis. The presence of autocorrelation in the investigated series of the dynamics of accidents was established. The true connections of the corresponding rows have been established, a solution has been proposed to reduce the number of fatalities in accidents.

Key words: coal mines, regression analysis, autocorrelation, endogenous fires.

Приоритетным направлением государственной политики является поддержка исследований в области использования возобновляемых источников энергии для энерго- и теплоснабжения [1]. Однако по данным на 2020 год их доля в отечественной энергетике составляет около 18 % [1], поэтому использование невозобновляемых ресурсов остаётся необходимым. Добыча невозобновляемых источников энергии связана с повышенной пожаровзрывоопасностью [2, 3], наиболее опасной является добыча угля в шахтах. По данным на 2020 год в составе угольной промышленности функционирует 93 шахты, 309 разрезов и 89 объектов обогащения угля [4].

Постоянное пребывание людей (до 200 человек) на глубине до 2056 м [5] в совокупности с потенциальными угрозами, возникающими при ведении горных работ, могут приводить к авариям, сопровождающимся гибелью людей экономическим ущербом (табл. 1) [5]. Проанализируем 8-й столбец табл. 1, заметим, в 2007 г. и 2010 г. число погибших значительно превышает соответствующие значения других годов. Это связано с тем, что в 2007 г. при аварии шахте "Ульяновская" погибло 110 человек, а в 2010 г. при аварии на шахте "Распадская" – 91 [5].

Таблица 1

Статистические данные по авариям на шахтах 2005-2017 гг.

Годы	Всего аварий	Пожары	Взрывы	Внезапные выбросы, горные удары	Обрушения	Прочие аварии	Погибшие
2005	81	35	6	2	18	20	30
2006	75	32	5	1	20	17	25
2007	83	32	9	0	20	22	149
2008	49	29	2	0	9	9	17
2009	50	14	5	1	18	12	9
2010	52	26	5	0	13	8	101
2011	38	20	3	2	8	5	4
2012	29	15	4	1	4	5	7
2013	37	21	3	0	9	4	27
2014	28	17	4	0	4	3	10
2015	27	18	1	0	6	2	4
2016	20	12	1	0	4	3	36
2017	34	17	1	1	7	8	8

Для установления зависимости между числом погибших и количеством соответствующих аварий вычислим коэффициенты корреляции Пирсона по данным табл. 1:

$$r_{xy} = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x_i - \bar{x})^2 \Sigma(y_i - \bar{y})^2}}$$

где x_i – независимые дискретные величины количества советующего вида аварии по годам, принимаемые переменной x ; y_i – зависимые дискретные величины количества погибших при авариях по годам, принимаемые y .

Данные, полученные после проведения расчёта, сведём в табл. 2 и проанализируем.

Анализ полученных данных позволяет утверждать, что наиболее опасными авариями на шахтах являются взрывы, так коэффициент корреляции зависимости числа погибших от количества взрывов является наибольшим, средняя обратная связь между числом погибших и внезапными выбросами, горными ударами свидетельствует о том, что большая часть данных аварий не приводит к гибели людей. В связи с тем, что анализируемые данные относятся к рядам динамики, необходимо дополнительно провести расчёт

автокорреляции соответствующих рядов, чтобы удостовериться в отсутствии неучтённых факторов, по формуле:

$$r_a = \frac{\overline{x_l - x_{l+1}} - x_l^2}{\sigma},$$

где σ – независимые отклонение количества вида аварии и числа погибших по годам, принимаемые соответствующего ряда.

Таблица 2

Значение коэффициента корреляции Пирсона по значениям "аварии –погибшие"

	Пожары	Взрывы	Внезапные выбросы, горные удары	Обрушения	Прочие аварии
Значение коэффициента корреляции r_{xy}	0,49	0,69	-0,36	0,50	0,53
Характер связи	Средняя прямая	Средняя прямая	Средняя обратная	Средняя прямая	Средняя прямая

На основе результатов расчёта коэффициента автокорреляции составим табл. 3.

Таблица 3

Значение коэффициента автокорреляции

	Пожары	Взрывы	Внезапные выбросы, горные удары	Обрушения	Прочие аварии
Расчётное значение коэффициента автокорреляции, r_a	0,38	0,1	0,15	0,51	0,62
Табличное значение коэффициента автокорреляции	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341

Анализом установлено превышение расчётных значений коэффициента автокорреляции над табличным в рядах "Погибшие", "Пожары", "Обрушения" и "Прочие аварии". Следовательно, данные ряды динамики имеют автокорреляцию, то есть существуют неучтённые факторы, оказывающие влияние на зависимость числа погибших от количества соответствующих аварий. Ряды "Взрывы" и "Внезапные выбросы, горные удары" не содержат автокорреляцию, поэтому значение установленного выше коэффициента корреляции Пирсона считаем истинным. Для исключения автокорреляции в исследуемых рядах динамики воспользуемся методом Дарбина-Вотсона [9], который основан на определении автокорреляционного коэффициента первого порядка:

$$\rho_1 = 1 - \frac{DW}{2},$$

где ρ_1 – коэффициент автокорреляции остатков первого порядка соответствующего ряда; DW – критерий Дарбина-Вотсона.

Рассчитав коэффициенты автокорреляции остатков первого порядка для рядов "Погибшие", "Пожары", "Обрушения" и "Прочие аварии", определим истинные значения корреляции Пирсона и составим табл. 4.

Таблица 4

Значение коэффициента корреляции Пирсона по значениям "аварии –погибшие" без учёта автокорреляции соответствующих рядов

	Пожары	Взрывы	Внезапные выбросы, горные удары	Обрушения	Прочие аварии
Значение коэффициента корреляции, r_{xy}	0,49	0,69	-0,36	0,50	0,53
Характер связи	Средняя прямая	Средняя прямая	Средняя обратная	Средняя прямая	Средняя прямая
Значение коэффициента корреляции без автокорреляции, r_{xy}	-0,04	0,69	-0,36	0,38	0,24
Характер связи без автокорреляции	Слабая обратная	Средняя прямая	Средняя обратная	Средняя прямая	Слабая прямая

Анализом данных табл. 4 установлено, что возникновение пожаров, внезапных выбросов и горных ударов практически не влияет на число погибших, наиболее опасными для персонала шахты являются взрывы и обрушения. На основе табл. 4 построим распределение количества аварий и значения коэффициента корреляции без автокорреляции количества погибших от вида аварии.

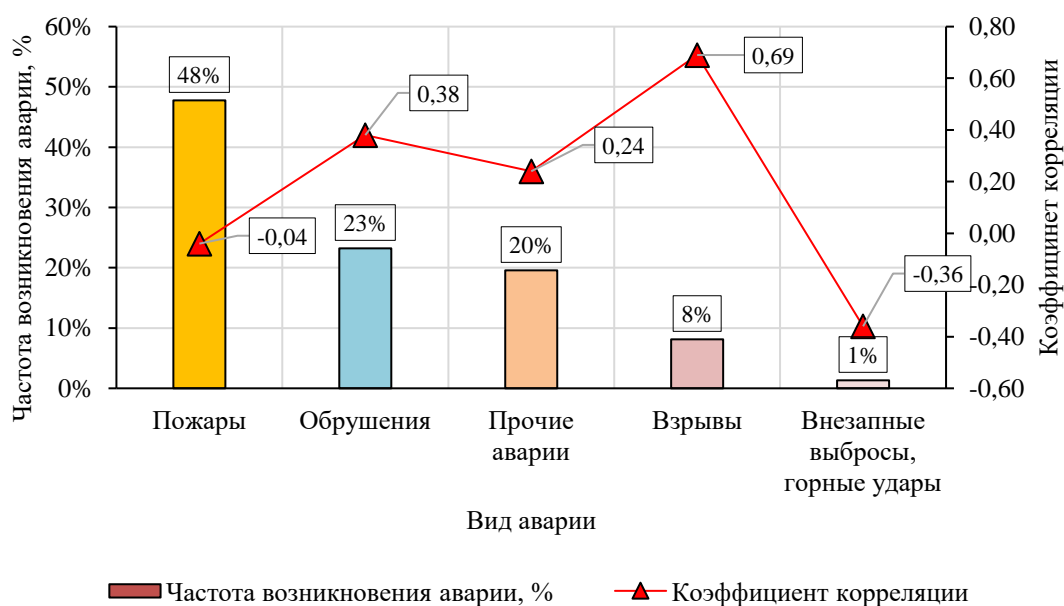


Рис. 1. Гистограмма зависимости частоты возникновения аварии и числа погибших на шахте от её вида

Анализ рис. 1 показал, что наиболее вероятными авариями на шахтах в период с 2005 по 2017 год были пожары, обрушения и прочие аварии (более 80 % всех аварий), однако наибольшее значение коэффициента корреляции наблюдается в рядах "Взрывы – погибшие" ($r_{xy} = 0,69$). То есть можно предположить, что высокий уровень смертности при авариях на шахтах связан с низкой эффективностью функционирования системы предотвращения взрывов, однако заметим, что коэффициент корреляции в рядах "Обрушения – погибшие" имеет так же среднюю прямую связь ($r_{xy} = 0,38$). Другими словами, при обрушениях и взрывах люди остаются заблокированными под землёй, однако последствиям взрывов как правило являются эндогенные пожары, что приводит к значительной динамике снижению кислорода в шахте, поэтому высокая смертность шахтёров при взрывах обусловлена в первую очередь недостаточно эффективными мероприятиями по тушению эндогенных пожаров после взрывов. Таким образом, актуальными являются исследования в области предотвращения эндогенных пожаров в замкнутых пространствах угольных шахт после взрыва.

Литература

1. Варганова Т.Н., Чинаева Т.И. Возобновляемые источники энергии: тенденции развития // Россия: тенденции и перспективы развития. 2021. № 16-1. <https://cyberleninka.ru/article/n/vozobnovlyaemye-istochniki-energii-tendentsii-razvitiya>
2. Бондарев Д.М. Современные способы снижения производственного травматизма на примере предприятия ООО "Газпром добыча Уренгой" // Научный журнал. 2019. № 2 (36). <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sposoby-snizheniya-proizvodstvennogo-travmatizma-na-primere-predpriyatiya-ooo-gazprom-dobycha-urengoy>
3. Киреев И.Р., Абдрахимова И.Р., Загриева Г.Д. Анализ аварийности и травматизма на опасных производственных объектах горнорудной и нерудной промышленности, объектах подземного строительства // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. № 1 (7). <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-avariynosti-i-travmatizma-na-opasnyh-proizvodstvennyh-obektah-gornorudnoy-i-nerudnoy-promyshlennosti-obektah-podzemnogo>
4. Государственный доклад "О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году". М.: МЧС России, ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021. 264 с.
5. Лапшин А.А., Ляшенко В.И. Повышение эффективности проветривания подземных выработок глубоких железорудных шахт // ГИАБ. 2018. № 8. <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-provetrivaniya-podzemnyh-vyработok-glubokih-zhelezorudnyh-shaht>

Д.В. Шихалёв

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ

Рассматривается постановка задачи структурного синтеза и обосновывается необходимость рассмотрения сетевого взаимодействия в процессах управления при пожаре. Показаны возможные варианты изменения организационных схем управления на различных стадиях при возникновении пожара в здании.

Ключевые слова: пожар, управление, организационная система, взаимодействие агентов, иерархии.

D.V. Shikhalev

STATEMENT OF THE PROBLEM OF STRUCTURAL SYNTHESIS OF FIRE CONTROL

The paper considers the formulation of the problem of structural synthesis and substantiates the need to consider network interaction in fire control processes. Possible options for changing organizational control schemes at various stages in the event of a fire in a building are shown.

Key words: fire, management, organizational system, the interaction of agents, hierarchies.

Для современных зданий с массовым пребыванием людей, в особенности крупных торговых-центров или офисных комплексов, характерно наличие большого числа арендаторов, что формирует крупную организационную систему с большим количеством локальных лиц, принимающих решения.

Несмотря на то, что в здании существует некий общий алгоритм действий при возникновении пожара, в настоящее время не определены способы и процедуры управления, отсутствует формализованный порядок принятия решения и не задана подчинённость лиц, принимающих решения в контексте управления при пожаре.

Такая ситуация усугубляется следующими факторами:

- персонал объекта не всегда выбирает соответствующие (адекватные) ситуации действия;
- посетители объекта зачастую основывают свои действия на указаниях персонала;
- при прибытии пожарно-спасательных сил, меняется структура временной системы управления.

Следовательно, при пожаре, особенно в его начальной стадии, организационная структура управления существенно меняется. В теории принятия решений [1] подобная задача рассматривается с позиции сетевого взаимодействия агентов. Другими словами, для такой постановки задачи роли участников принятия решений (метацентры-центры-активные элементы) не являются заданными, и изменяются в зависимости от складывающейся ситуации и решаемой в конкретный момент времени задачи.

Например, в повседневной деятельности, организационная структура управления выглядит следующим образом: глава организации осуществляет руководство сотрудниками службы безопасности и персоналом объекта, которые так или иначе имеют некоторое влияние на посетителей объекта. В случае возникновения пожара (эвакуации из здания) в роли руководителя выступает служба безопасности объекта и персонал объекта, которые организуют соответствующие процессы в отношении посетителей объекта. В тоже время, по прибытии пожарно-спасательных подразделений, уже пожарные выступают в роли руководителей, и организуют действия в том числе службы безопасности и персонала объекта, а также руководителя объекта. В первом приближении, формализованная схема сетевой структуры управления показана на рис. 1.

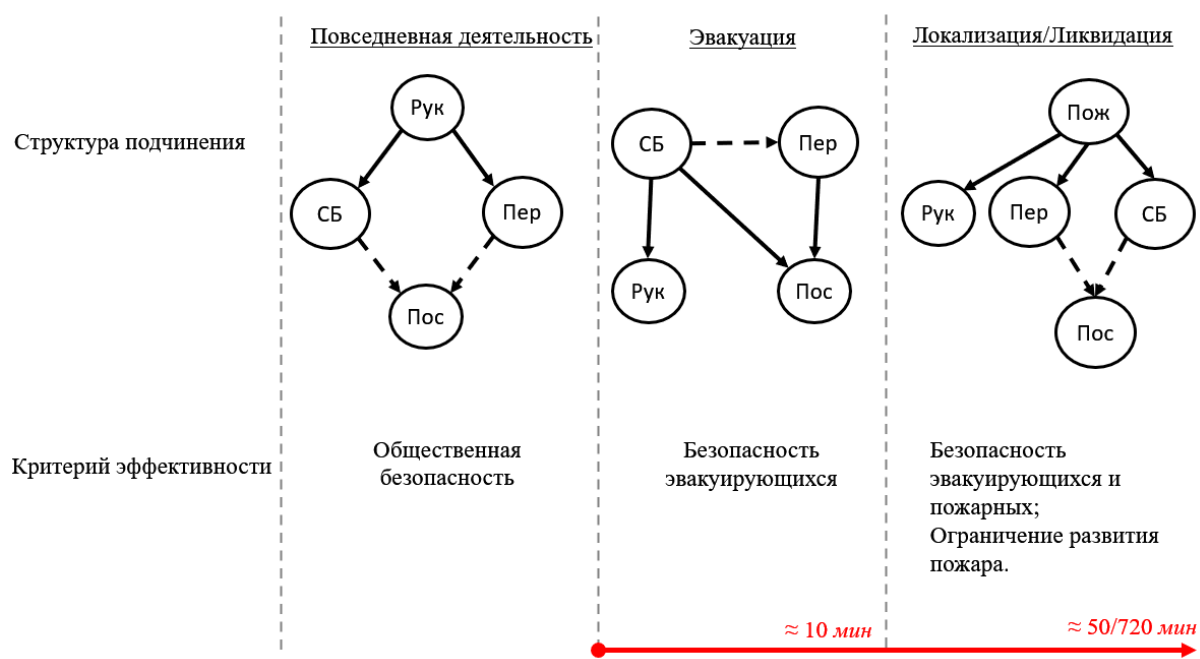


Рис. 1. Сетевая структура управления:
 Руководитель – руководитель; СБ – служба безопасности; Пер – персонал;
 Пос – посетители; Пож – пожарно-спасательные подразделения

Кроме того, необходимо отметить, что меняется не только организационная структура управления, но и критерии эффективности такого управления.

Для решения подобного рода задач применяются методы структурного синтеза сетевых структур [2], которая в соответствии с [3] заключается в определении числа уровней иерархий m , правил взаимодействия агентов j и таком распределении агентов по уровням иерархии, которые максимизировали бы критерий эффективности при условии, что агенты выбирают равновесные действия:

$$K_j(p_m) = \max_{y \in E_j(p_m)} f_0(y) \rightarrow \max_{\rho_m \in \rho, i \in \{0,1,2\}},$$

где p_m – допустимая структура активной системы (АС);

ρ – множество допустимых структур;

E_j – множество равновесных действий агентов в иерархической игре;

0, 1, 2 – возможные типы игры.

$f_0(y)$ – критерий эффективности, отражающий предпочтения ЛПР на множестве состояний АС.

Таким образом, в ходе дальнейших исследований планируется решить задачу структурного синтеза частных случаев, для получения простого содержательного решения.

Литература

1. Новиков Д.А. Методология управления. М.: Либроком, 2011. 128 с.
2. Новиков Д.А. Сетевые структуры и организационные системы. М.: ИПУ РАН, 2003. 102 с.
3. Бурков В. Н., Кузнецов Н. А., Новиков Д.А. Механизмы управления в сетевых структурах // Автоматика и Телемеханика. 2002. № 12. С. 96-115.

А.В. Круглов, А.А. Рыженко

ВЫБОРКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ОТЧЁТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ОПЕРАТИВНО-ДЕЖУРНОЙ СМЕНЫ

Процессы документооборота в профессиональной деятельности многих организаций являются краеугольным камнем потери времени. Использование документов для фиксации процессов требуют трудозатрат на всех этапах преобразования информации. Делопроизводство и документооборот ЦУКС не являются исключением. Предлагается унифицировать и автоматизировать способы подготовки ежедневных отчётных документов для рационализации трудовых и временных ресурсов ЦУКС субъектов РФ.

Ключевые слова: ЦУКС субъектов РФ, оперативно-дежурная смена, сбор, обработка и анализ оперативной информации.

A.V. Kruglov, A.A. Ryzhenko

SELECTION OF INITIAL DATA FOR THE SYSTEM FOR PREPARING THE REPORTING DOCUMENTATION OF THE DUTY SHIFT

Document flow processes in the professional activities of many organizations are the cornerstone of wasting time. The use of documents for fixing processes requires labor costs at all stages of information transformation. Office work and document flow Crisis Management Center EMERCOM of Russia are no exception. It is proposed to unify and automate the methods of preparing daily reporting documents to rationalize the labor and time resources of the Crisis Management Center EMERCOM of Russia of the constituent entities of the Russian Federation.

Key words: Crisis Management Center EMERCOM of Russia, operational duty shift, collection, processing and analysis of operational information.

Оперативно-дежурные смены Центров управления в кризисных ситуациях (ОДС ЦУКС) территориальных органов МЧС России выполняют комплекс управленческих задач системы антикризисного управления. Основными задачами ОДС ЦУКС являются:

- сбор, обработка и анализ оперативной информации об угрозе и фактах возникновения ЧС (происшествий), а также о ходе их ликвидации;
- ведение и корректировка баз данных по ЧС, происшествиям, оперативным событиям, произошедшим на территории субъекта;
- сбор и обработка информации в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- осуществление контроля поддержания в постоянной готовности и обеспечения функционирования автоматизированных систем управления ЦУКС, территориальной системы централизованного оповещения при приеме и передаче распоряжений (сигналов) на приведение органов управления и сил в различные степени готовности;
- сбор, обработка, обмен и выдача информации в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;
- и др.

Приказом МЧС России от 7 июля 2021 г. № 444 утверждён Регламент обмена оперативной информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и обеспечения пожарной безопасности в системе МЧС России.

Оперативная информация готовится и представляется в текстуальной, графической и устной форме, в виде таблиц, схем, графиков через информационную систему "Система электронного документооборота МЧС России", электронную почту, телефонную, почтовую и видеоконференцсвязь, а также путём заполнения и размещения электронных форм документов в каталогах баз данных и автоматизированных информационно-управляющих системах в установленные сроки [1-3].

Информация в основном фиксируется на уровне офисных документов, дублируется из одного документа в другой в новом представлении. Например, форма отчётности "строевая записка сил и средств функциональных и территориальной подсистем Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – РСЧС) Чувашской Республики" (рис. 1), формируется из представляемых Единых дежурных диспетчерских служб строевых записок (рис. 2) за муниципальное образование путём размещения на FTP-сервере Главного управления МЧС России по Чувашской Республике – Чувашии документа в формате MS Excel (рис. 3).

СТРОЕВАЯ ЗАПИСКА															
оси и средств функциональных и территориальных подсистем РСЧС Чувашской Республики															
по состоянию на 12.06.17.10.2021															
Исполнитель	СОСТАВ СИЛ И СРЕДСТВ														
	Количество человек состава			Всего		Автомобили		Количество техники:				Пневматика		Специальная техника	
	по месту	по окопу	экзпедирств	по месту	экзпедирств	по месту	экзпедирств	по месту	экзпедирств	по месту	экзпедирств	по месту	экзпедирств	по месту	экзпедирств
ЧУВАШСКАЯ РЕСПУБЛИКА															
Функциональные подсистемы РСЧС															
1	МВД России	1117	1815	282	378	47	0	0	334	47	14	0	0	0	
2	МЧС России	1474	1247	186	229	44	0	0	292	74	11	0	24	12	
3	Министерство России	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	Министерство России	281	234	269	232	104	0	0	237	104	0	0	0	0	
5	Министерство России	24	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
6	Министерство России	222	212	1	17	1	0	0	17	1	0	0	0	0	
7	Министерство России	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	Министерство России	0	0	0	148	1	0	0	148	1	0	0	72	0	
9	Министерство России	243	214	1	22	1	0	0	22	1	0	0	0	0	
10	Министерство России	0	0	0	74	0	0	0	74	0	0	0	20	0	
11	Министерство России	219	202	7	22	2	0	0	22	2	0	0	0	0	
12	Министерство России	462	207	1	21	1	0	0	21	1	0	0	0	0	
13	Министерство России	147	120	1	14	1	0	0	14	1	0	0	0	0	
14	Министерство России	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	Министерство России	48	40	40	23	23	0	0	23	23	0	0	0	0	
16	Министерство России	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	Министерство России	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	Министерство России	248	240	74	49	0	1	0	17	0	0	0	21	0	
19	Министерство России	18	16	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
20	Министерство России	22	22	17	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	
21	Министерство России	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Итого по функциональным подсистемам РСЧС		6576	5948	852	1340	247	1	0	1134	235	26	0	139	12	
Территориальные подсистемы РСЧС															
22	Муниципальные службы	153	153	54	38	28	0	0	28	28	0	0	2	0	
23	Муниципальные службы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	Муниципальные службы	1142	972	214	263	0	0	0	253	72	0	0	0	0	
25	Муниципальные службы	452	428	187	48	22	0	0	42	22	0	0	7	5	
26	Муниципальные службы	781	488	42	24	0	0	0	47	24	0	0	0	0	
27	Муниципальные службы	247	247	70	71	71	0	0	77	71	14	0	0	0	
28	Муниципальные службы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Итого по территориальным подсистемам РСЧС		3283	3074	461	511	160	0	0	468	163	14	0	9	5	
Другие министерства и ведомства															
29	ФСБ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	Министерство	47	42	2	18	1	0	0	18	1	0	0	0	0	
Итого по другим ведомствам и ведомствам		47	42	2	18	1	0	0	18	1	0	0	0	0	
Итого за ЧУВАШСКУЮ РЕСПУБЛИКУ		9906	9065	1315	1821	416	1	0	1622	399	40	0	148	17	

Средней оперативной резервной ЦУЭС ГУ МЧС России по Чувашской Республике - Чувашии
подполковник Внутренней службы В. П. Кузнецов

Рис. 1. Строевая записка сил и средств функциональных и территориальной подсистемы РСЧС Чувашской Республики

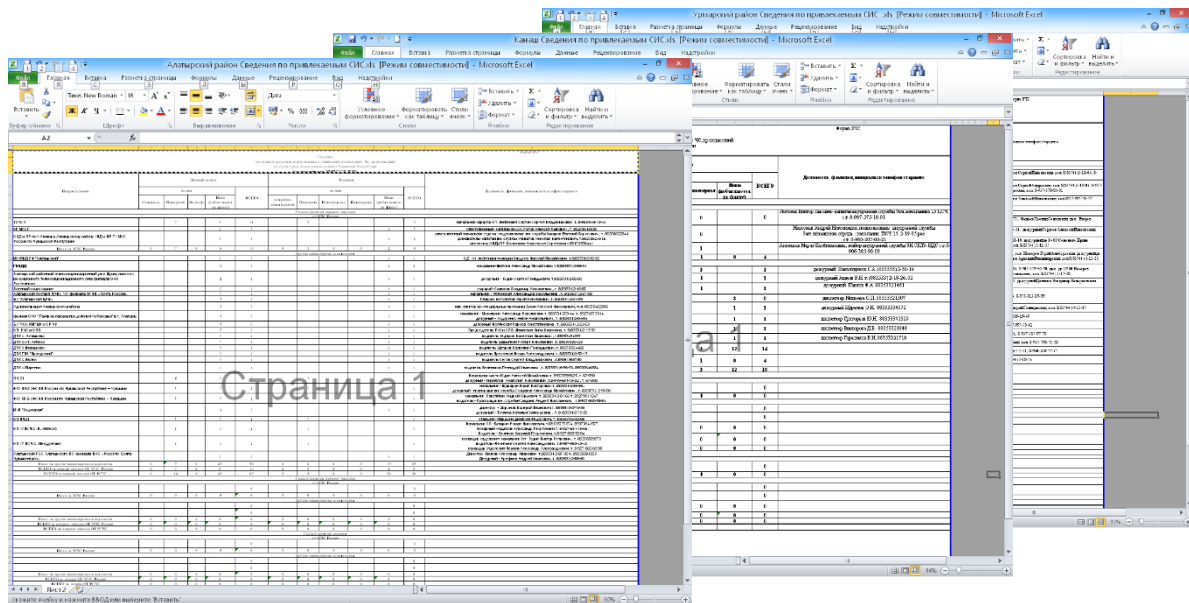


Рис. 2. Строевые записки сил и средств РСЧС муниципальных образований Чувашской Республики

Алатырский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:48	Лист Microsoft Ex...	74 КБ
Алатырь Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:47	Лист Microsoft Ex...	66 КБ
Аликовский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:13	Лист Microsoft Ex...	71 КБ
Батыревский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 7:08	Лист Microsoft Ex...	76 КБ
Вурнарский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:41	Лист Microsoft Ex...	85 КБ
Ибресинский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 7:32	Лист Microsoft Ex...	76 КБ
Канаш Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:39	Лист Microsoft Ex...	61 КБ
Канашский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:28	Лист Microsoft Ex...	84 КБ
Козловский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:49	Лист Microsoft Ex...	67 КБ
Комсомольский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 9:05	Лист Microsoft Ex...	70 КБ
Красноармейский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:43	Лист Microsoft Ex...	84 КБ
Красночетайский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:18	Лист Microsoft Ex...	73 КБ
Маринско-Посадский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:25	Лист Microsoft Ex...	68 КБ
Моргаушский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:27	Лист Microsoft Ex...	70 КБ
Порецкий район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:31	Лист Microsoft Ex...	68 КБ
Новочебоксарск Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:46	Лист Microsoft Ex...	32 КБ
Урмарский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:38	Лист Microsoft Ex...	73 КБ
Цивильский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:14	Лист Microsoft Ex...	75 КБ
Чебоксарский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 9:10	Лист Microsoft Ex...	63 КБ
Чебоксары Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 9:25	Лист Microsoft Ex...	57 КБ
Шемуршинский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:07	Лист Microsoft Ex...	63 КБ
Шумерлинский район Сведения по привлекаемым СИС.xls	17.10.2021 8:49	Лист Microsoft Ex...	68 КБ

Рис. 3. Размещённые строевые записки на FTP-сервере Главного управления МЧС России по Чувашской Республике – Чувашии

Проведённый анализ показывает, что в режиме повседневной деятельности ОДС ЦУКС в среднем обрабатывает данный отчёт более 2 часов так как необходимо обработать 26 представленных отчётов и систематизировать в один, работа в условиях чрезвычайной ситуации усложняется ограниченными временными рамками. При этом "аналитика", столь необходимая в вопросах реагирования и, особенно, предупреждения ЧС выполняется вручную и занимает достаточно много времени.

В результате предлагается разработать модель процессов системы поддержки управления документопотоками, а также программное приложение, позволяющее:

- автоматизировать перечисленные выше документы, начиная с этапа заполнения исходными данными, вплоть до автоматизации процесса подготовки отчётных документов по установленным формам;
- импортировать и экспортировать документы по объектам управления с учётом текущих требований отчётности;
- использовать интернет-ресурсы для обеспечения оперативного обмена информацией и т.д.

Процедура адаптации разработанной системы должна проходить без вмешательства в существующие процессы организации, следовательно, необходимо:

- подготовить модель системы, позволяющей в эволюционном режиме внедрить новый элемент автоматизации в существующую систему управления документооборотом;
- проработать механизм согласования данных с Системой электронного документооборота МЧС России;
- учесть требования существующих программно-аппаратных комплексов ОДС ЦУКС и др.

Также необходимо учесть требования к программным продуктам со стороны Центрального аппарата, а также Федеральных законов.

На данный момент в качестве среды разработки выбран предметно-ориентированный язык программирования платформы 1С:Предприятие. В результате разработан интерфейс документов исходной информации, а также механизм согласования данных с внешним сервером с использованием XML-контейнеров.

Литература

1. Постановление Кабинета Министров Чувашской Республики от 31 января 2005 г. № 17 "О территориальной подсистеме Чувашской Республики единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций" // Собрание законодательства Чувашской Республики, 2005, № 1, ст. 54.

2. Приказ Главного управления МЧС России по Чувашской Республике – Чувашии от 29 декабря 2020 г. № 673 "Об организации оперативного дежурства в Центре управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Чувашской Республике – Чувашии в 2021 г."

3. Приказ Главного управления МЧС России по Чувашской Республике – Чувашии от 26 июля 2021 г. № 386 "Об утверждении Регламента обмена оперативной информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и обеспечения пожарной безопасности в Главном управлении МЧС России по Чувашской Республике – Чувашии".

И.С. Чухванцев, А.А. Рыженко
НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-
АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ
ЦЕНТРА УПРАВЛЕНИЯ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ

В современном мире активно развивающиеся цифровые технологии необходимо применять при организации деятельности органов управления МЧС России. Постоянный рост поступающих задач, нерациональное использование рабочего времени, кадровый голод сказывается на качестве выполнения. Авторами проведена оценка необходимости внедрения информационно-аналитической поддержки управления центра управления в кризисных ситуациях.

Ключевые слова: модель, информационно-аналитическая поддержка, автоматизация, чрезвычайная ситуация, управление.

I.S. Chukhvantsev, A.A. Ryzhenko
THE NEED TO IMPLEMENT INFORMATION
AND ANALYTICAL SUPPORT FOR THE MANAGEMENT
OF A CRISIS MANAGEMENT CENTER

In the modern world, actively developing digital technologies must be used in organizing the activities of the management bodies of the EMERCOM of Russia. The constant growth of incoming tasks, irrational use of working time, staff shortage affects the quality of their implementation. The authors proposed an algorithm for introducing a model of information and analytical support for the management of a crisis management center of the Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia.

Key words: model, information and analytical support, automation, emergency, management.

Эффективная организация деятельности органов управления МЧС России – залог успешного прогнозирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС), своевременной и качественной помощи пострадавшим.

Оптимизация системы управления в МЧС России заставляет эффективно распределять финансовые ресурсы и проводить кадровые изменения, что напрямую влияет на эффективность функционирования органов управления в целом.

Существующие проблемы в системе управления снижают качество и оперативностью принимаемых решений, отрицательно влияют на результат реагирования на ЧС, что, зачастую, приводит к дополнительным человеческим и материальным потерям.

Внедрение системы поддержки деятельности должностных лиц значительно сократит времени на принятие решения путём автоматизации составляющих процессов.

Центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) МЧС России созданы с целью эффективного управления силами и средствами МЧС России, функционируют в рамках автоматизированной информационно-управляющей системы, обеспечивают ведение баз данных статистической и плановой информации в области защиты населения и территорий на всех уровнях управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [1].

Органы повседневного управления, представленные на рис. 1, выполняют комплекс мер по обеспечению эффективного функционирования системы управления при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечении пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах [2].



Рис. 1. Органы повседневного управления РСЧС

Изучение решений, принятых коллегиями МЧС России, и проведённый анализ свидетельствуют о том, что уменьшение количества должностных лиц ЦУКС (организационно-штатные мероприятия, кадровое голодание, снижение престижа работы в МЧС России, трудности прохождения военно-врачебной комиссии), а также увеличение числа задач, ведёт к увеличению времени на решение задач и принятия управленческого решения [2, 3].

Компенсировать потери времени выполнения задач возможно за счет разработки и внедрения в существующую систему управления информационно-аналитической поддержки принятия управленческого решения. Способность выполнять поставленные перед ЦУКС задачи зависит от имеющихся ресурсов в системе. В тоже время анализ деятельности ЦУКС

показывает, что на местах используется устаревшее программное обеспечение, а средства информационно-аналитической поддержки практически не используются.

Анализ информационных потоков в системе информационного взаимодействия, а также статистические данные показывают, что должностным лицам поступает значительный объём данных, в большей степени дублирующие друг друга или не несущих значительной информации. Одна и та же информация может повторяться в разных документах, в разных подразделениях. Обработка входящей информации занимает до 75 % времени, проведение расчётов – до 15 %, принятие решения – до 10 %. Если обработку входящей информации и проведение расчётов проводить средствами информационно-аналитической поддержки, то высвобождаемое времени можно использовать для принятия управленческих решений. Рутинность деятельности должностных лиц – одна из проблем, существующая как в системе управления ЦУКС, так и, вообще в системе МЧС России.

Срочность, в большей степени связанная с низкой организацией работы руководителями, влечёт необходимость быстрой подготовки и выдачи информации, что в случае кадрового дефицита влечёт привлечение большего числа должностных лиц к выполнению поступившей задачи, либо к некачественному исполнению.

Количество должностных лиц ЦУКС Главного управления в разных территориальных органах МЧС России варьируется от 30 до 120 человек, поэтому модель предлагается рассмотреть применительно к одному должностному лицу. В случае положительных результатов применения модели, данную модель можно будет использовать и для других должностных лиц ЦУКС Главного управления.

Рассмотрим модель применительно к специалисту по сбору информации по техногенным пожарам (АРМ ОДС № 7), проведём анализ потребности в информационно-аналитической поддержке для данного должностного лица. Потоки данных АРМ ОДС № 7 представлены на рис. 2.

Основной задачей специалиста АРМ ОДС №7 является сбор и обобщение информации о пожарах от подразделений на территории Кемеровской области – Кузбасса. В зависимости от сезона общее количество пожаров по области варьируется от 15 до 200 в сутки. Поступающие потоки данных от всех диспетчеров специалистом АРМ ОДС №7 обрабатываются в ручном режиме с помощью обычного офисного пакета. Автоматизация алгоритма работы специалиста АРМ ОДС №7 позволит сократить время выполнения задачи и уменьшение трудозатраты должностных лиц ЦУКС Главного управления, а также уменьшит вероятность ошибки в подсчётах при формировании отчёта об общих сведениях по пожарной обстановке. Область автоматизации алгоритма работы специалиста АРМ ОДС №7 представлена на рис. 3.

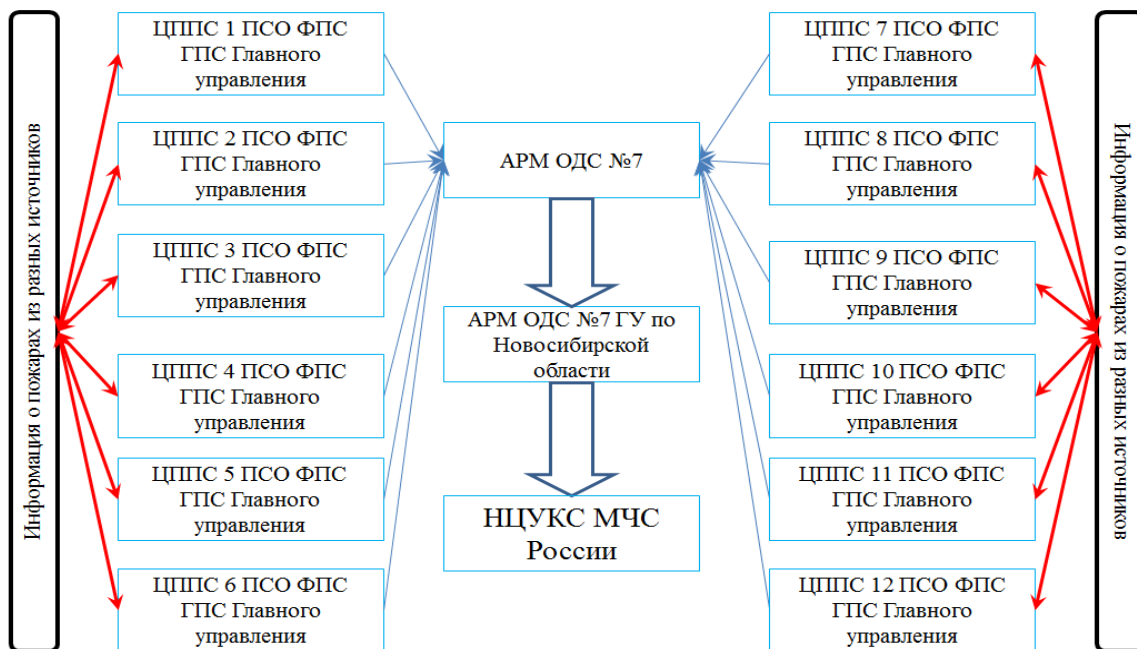


Рис. 2. Поток данных АРМ ОДС № 7

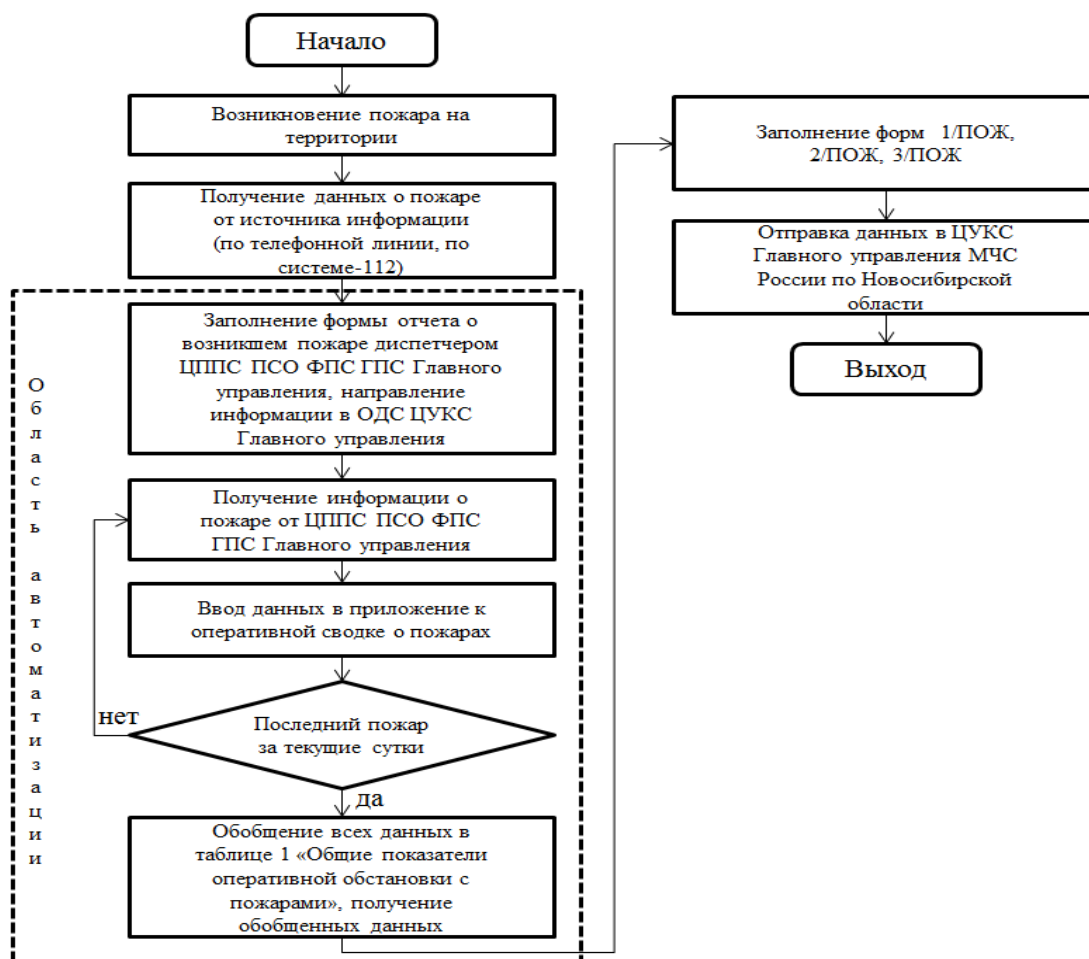


Рис. 3. Область автоматизации алгоритма работы специалиста АРМ ОДС № 7

Разработанный алгоритм работы специалиста АРМ ОДС №7: увеличит эффективность работы должностного лица, исключив возникновение ошибок при проведении расчётов; сократит временные затраты на выполнение задачи, исключив полностью время, ранее затрачиваемое на обработку входящей информации; позволит получить информацию в виде заполненной необходимой формы данных.

Потоки данных АРМ ОДС № 7 после применения автоматизации представлены на рис. 4.

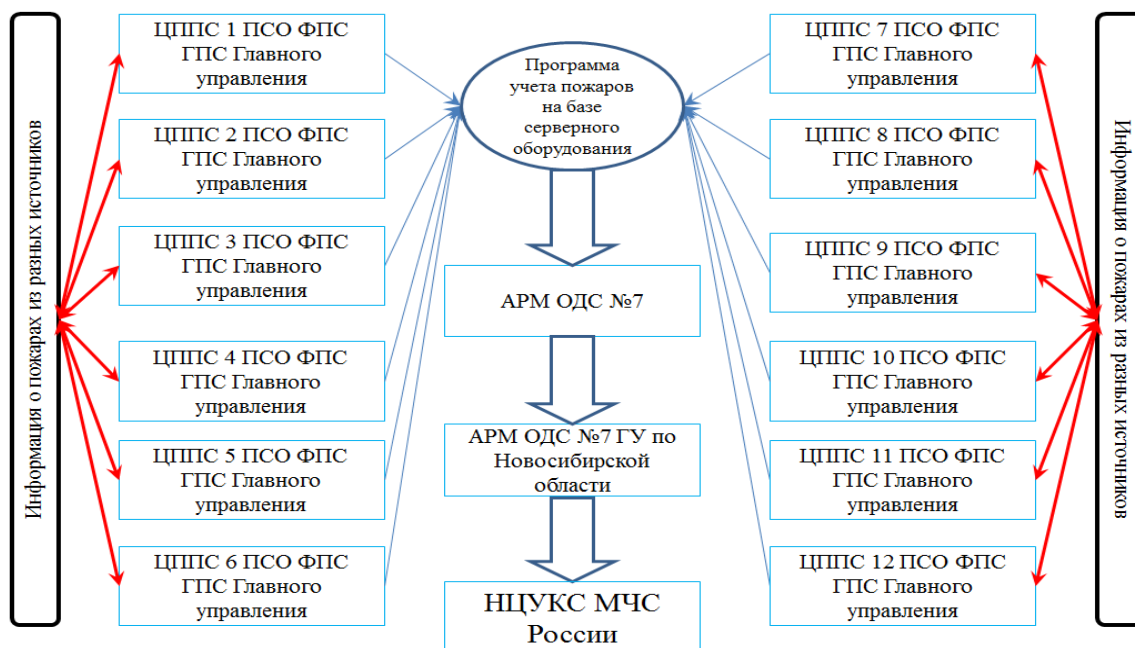


Рис. 4. Потоки данных АРМ ОДС № 7 после применения автоматизации

Из рис. 4 видно, что связи АРМ ОДС № 7 с диспетчерами ЦППС ПСО ФПС ГПС исчезли, число потоков информации к АРМ ОДС № 7 сократилось с двенадцати до одного, который представляет уже сформированный отчёт необходимой формы и содержания.

За счёт внедрения автоматизации ранее затрачиваемое время специалиста на ручную обработку полученной информации теперь можно использовать для решения других задач повседневной деятельности и, что самое главное, в случае ЧС, высвободившееся время направить на решение вопросов ликвидации возникшей ЧС.

Оценивая экономическую целесообразность предлагаемой модели внедрения информационно-аналитической поддержки управления, необходимо учитывать, что при развитии системы управления МЧС России сделан упор на рациональное использование затрачиваемых ресурсов, при этом необходимо сохранить эффективность функционирования органов управления.

В случае сокращения личного состава количество задач, к сожалению, не уменьшается, а только увеличивается. Соответственно решение возлагается на оставшихся сотрудников, что негативно влияет на эффективность выполнения функциональных обязанностей.

Внедрение информационно-аналитической поддержки управления компенсирует нехватку личного состава, при этом затраты на разработку и внедрение средств автоматизации будут минимальны.

Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации № 794 от 30 декабря 2003 г. "О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций".

2. Решением коллегии МЧС России № 15 от 5 декабря 2014 г. "О концепции развития системы управления МЧС России до 2030 года".

3. Решение коллегии МЧС России №6/II от 27 марта 2017 г. "О дополнительных мерах по повышению эффективности деятельности пожарно-спасательных гарнизонов, спасательных воинских подразделений и региональных поисково-спасательных формирований с учётом структурных изменений в системе МЧС России".

С.Л. Копнышев, А.Г. Зельский

МЕТОД ВЫБОРА ПОСТАВЩИКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЁМОВ РЕЗЕРВОВ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Предлагается метод выбора поставщиков и объёмов создаваемых ими резервов материальных ресурсов для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на основе частно-государственного партнёрства. Предлагаемый метод позволяет сформировать методический подход к взаимодействию с организациями, осуществляющими производство и реализацию товаров, которые могут приобретаться органами РСЧС при создании резервов материальных ресурсов.

Ключевые слова: авария, резервы, метод, поставщик, оптимизация.

S.L. Kopnyshev, A.G. Zelsky

METHOD OF SELECTING SUPPLIERS AND DETERMINING VOLUMES RESERVES OF MATERIAL RESOURCES FOR LIQUIDATION EMERGENCY SITUATIONS

A method is proposed for selecting suppliers and the volume of reserves of material resources they create for eliminating the consequences of emergency situations on the basis of public-private partnership. The proposed method makes it possible to form a methodological approach to interaction with organizations engaged in the production and sale of goods that can be purchased by the RSChS authorities when creating reserves of material resources.

Key words: emergency, reserves, method, supplier, optimization.

В соответствии с [1] неотъемлемой составляющей Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – РСЧС) является её материально-техническое и финансовое обеспечение. Порядок создания и использования резервов материальных ресурсов, определен в [2].

При этом значительные финансовые расходы связаны не только непосредственно с созданием резервов материальных ресурсов, но и с хранением и освежением запасов, а также с затратами на доставку в случае возникновения чрезвычайной ситуации в территориях, удалённых от мест размещения резервов.

Одним из путей совершенствования системы обеспечения пострадавшего населения в ЧС необходимыми материальными средствами является привлечение организаций, производящих и реализующих эти средства на коммерческой основе [3, 4]. Для этого при создании резервов материальных ресурсов органами РСЧС субъекта Российской Федерации потребуется выбирать некоторое ограниченное количество поставщиков указанных материальных средств как на территории самого субъекта, так и в соседних субъектах Российской Федерации. Выбор таких контрагентов будет зависеть от решения органов управления РСЧС.

Сотрудничество с коммерческими организациями в целях материального обеспечения мероприятий РСЧС имеет ряд преимуществ [3]:

- близость расположения складов коммерческих организаций к месту проведения мероприятий РСЧС за счёт их размещения в каждом крупном населённом пункте обеспечит оперативность получения нужных товаров и уменьшит расходы по доставке;

- наличие широкой номенклатуры товаров обеспечивается рыночным спросом на разнообразные виды товаров и услуг;

- наличие больших объёмов запасов определяется тем, что в современных экономических условиях именно в частном секторе экономики сосредоточены основные средства производства товаров;

- экономия бюджетных средств за счёт использования готовой производственной и складской инфраструктуры, обученных трудовых ресурсов.

Основным критерием для принятия управленческого решения в этом случае должна являться универсальность использования материальных ресурсов поставщика при максимально возможном количестве сценариев чрезвычайной ситуации и минимизации денежных расходов на приобретение данных материальных средств.

Создание резервов материальных ресурсов на основании реализации государственно-частного партнёрства необходимо в случае недостаточности конкретного товара в свободной продаже на рынке. В этом случае хранение и освежение запасов может осуществляться хозяйствующими субъектами [5]. При этом для повышения эффективности принятия решения о выборе поставщика требуется учитывать не только стоимость единицы товара, но и удалённость расположения этих запасов от мест возможных чрезвычайных ситуаций с учётом вероятности их возникновения, стоимость хранения, затраты на погрузочно-разгрузочные работы и доставку (транспортные издержки).

Предлагаемый авторами метод выбора контрагентов для размещения резервов материальных ресурсов предназначен для повышения эффективности процесса поддержки принятия решений и состоит из следующих этапов:

Этап 1. Подготовка исходных данных

Исходные данные должны включать:

- товар, по которому будет осуществляться поиск;
- место расположения поставщиков;
- объём товарных запасов, которые могут быть дополнительно созданы;
- цена товара у каждого из поставщиков;
- место доставки товаров в зоне ЧС;
- перечень возможных ЧС;
- вероятности возникновения каждой ЧС;
- потребности в товаре для первоочередного жизнеобеспечения населения при каждой из возможной ЧС.

Этап 2. Заполнение таблицы исходных данных

На основании подготовленных на 1 этапе данных заполняется табл. 1, определяется потребность в искомом товаре в случае возникновения каждой из возможных чрезвычайных ситуаций. Заполняется строка "Ресурсы" в зависимости от l (количества возможных чрезвычайных ситуаций).

Таблица 1

Таблица выбора поставщиков при создании резервов материальных ресурсов

Поставщики	Чрезвычайные ситуации				Максимальные дополнительные запасы организации	Весовой показатель поставщика
	ЧС ₁	ЧС ₂	...	ЧС _l		
Организация 1	P_{11} r_{11}	P_{12} r_{12}	...	P_{1l} r_{1l}	K_1	V_1
Организация 2	P_{21} r_{21}	P_{22} r_{22}	...	P_{2l} r_{2l}	K_2	V_2
...
Организация k	P_{k1} r_{k1}	P_{k2} r_{k2}	...	P_{kl} r_{kl}	K_k	V_k
Резервы РСЧС	RS_1	RS_2	...	RS_l		
Ресурсы	R_1	R_2	...	R_l		

Этап 3. Заполнение столбца запасов контрагентов

В столбец "Максимальные дополнительные запасы организации" вносятся данные о потенциально возможном размере страховых запасов каждой из организаций-поставщиков. Определение оптимального размера дополнительно создаваемых страховых запасов у каждого поставщика, которые впоследствии могут использоваться в качестве резервов материальных ресурсов.

Оценка размера денежной компенсации за хранение дополнительных товарных запасов может быть осуществлена на основе модели функционирования хозяйствующего субъекта [5].

Этап 4. Заполнение значений показателя суммарной стоимости единицы товара

В правый верхний угол каждой ячейки вносится значение показателя суммарной стоимости единицы товара, который вычисляется по формуле:

$$P_{\text{инт}} = C_i + \frac{D_i + G_i + X_i}{K_i},$$

где C_i – стоимость единицы товара у i -го поставщика; K_i – количество товара на складе i -го поставщика; D_i – стоимость доставки от i -го поставщика к пункту временного размещения населения; G_i – стоимость погрузочно-разгрузочных работ; X_i – стоимость хранения товара (созданных резервов материальных ресурсов) за год.

Стоимость резервов материальных ресурсов на складе i -го поставщика может быть определена в соответствии с [5].

Этап 5. Заполнение значений показателей r_{im} и Rs_m

Анализируются показатели суммарной стоимости единицы товара P_{im} по каждому столбцу, выбирается наименьший и в ячейку r_{im} заносится соответствующее значение K_i из столбца "Максимальные дополнительные запасы организации", если r_{im} меньше, чем размер необходимых ресурсов R_i . В случае, если сумма имеющихся в столбце значений r_{im} превышает размер необходимых ресурсов R_i , то записывается значение

$$R_m - \sum_{z=1}^{i-1} r_{zm},$$

а в оставшиеся ячейки столбца заносятся нули.

При нехватке ресурсов у поставщиков, если суммарное значение предлагаемых поставщиками ресурсов меньше потребности в них

$$\sum r_{im} < R_m,$$

возникает необходимость создавать собственные резервы материальных ресурсов и размещать их на складах РСЧС. В этом случае в соответствующем столбце записывается значение

$$Rs_m = R_m - \sum_{i=1}^k r_{im}.$$

Если же для рассматриваемой чрезвычайной ситуации ресурсов, предоставляемых организациями-поставщиками оказывается достаточно, в строке таблицы "Резервы РСЧС" проставляется нулевое значение.

Этап 6. Анализ поставщиков с учётом вероятности чрезвычайной ситуации

На этом этапе определяется весовой показатель V_i каждого из поставщиков по зависимости

$$V_i = \sum r_{im} P_m,$$

где P_m – вероятность m -й чрезвычайной ситуации

Найденные значения V_i записываются в крайний правый столбец табл. 1.

Этап 7. Определение максимального размера создаваемых резервов

Анализируются значения показателей R_m в строке "Ресурсы" табл. 1 и находится наибольший из них:

$$R_{max} = \max_z R_z,$$

где $z = 1, \dots, l$.

Этап 8. Ранжирование и выбор поставщиков

Составляется следующая таблица, в которой ранжируются организации-поставщики по значению V_i от наибольшего к наименьшему (табл. 2).

Таблица 2

Таблица ранжирования поставщиков и определение объёмов создаваемых резервов материальных ресурсов

Поставщики	Весовой показатель поставщика	Максимальные дополнительные запасы организации	Максимальные дополнительные запасы организации нарастающим итогом
Организация 1	V_1	K_1	$\sum K_{1нар} = K_1$
Организация 2	V_2	K_2	$\sum K_{2нар} K_{1+} K_2$
...	
Организация i	V_i	K_i	$\sum K_{iнар} = K_{1+} K_{2+...} + K_i$
			R_{max}

Крайний правый столбец таблицы заполняется нарастающим итогом по сумме показателей K_i . Если значение $\sum K_{iнар}$ становится больше, чем R_{max} , то в ячейку записывается значение $\sum K_{iнар} - R_{max}$, а в оставшиеся ячейки – нулевые значения. Для заключения договоров выбираются поставщики с ненулевыми значениями $\sum K_{iнар}$.

Вопросы совершенствования механизма материального и финансового обеспечения системы реагирования на чрезвычайные ситуации на основе взаимовыгодного сотрудничества с торговыми и производственными организациями являются актуальными в современных условиях и требуют дальнейшего изучения.

Предлагаемый метод выбора поставщиков позволяет сформировать методический подход к взаимодействию с организациями, осуществляющими производство и реализацию товаров, которые могут приобретаться органами РСЧС при создании резервов материальных ресурсов. Преимуществом данного метода является возможность учёта стоимости единицы товара, удалённости расположения создаваемых резервов от мест возможных чрезвычайных ситуаций, вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, стоимости хранения, а также затрат на погрузочно-разгрузочные работы и доставку (транспортные издержки).

Литература

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: федер. закон Рос. Федерации от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 11 нояб. 1994 г.

2. Методические рекомендации по созданию, хранению, использованию и восполнению резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: утв. МЧС России 19 марта 2021 г. № 2-4-71-5-13.

3. Зельский А.Г., Копнышев С.Л. Повышение устойчивости функционирования системы материального обеспечения РСЧС на основе частно-государственного партнёрства // Пожары и чрезвычайные ситуации. 2017. № 1. С. 7-10.

4. Зельский А.Г., Копнышев С.Л., Рогожин С.В. Математическая модель управления материальными ресурсами в условиях чрезвычайной ситуации с учётом запасов частного сектора экономики // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2016. № 4. С. 79-87.

5. Зельский А.Г., Копнышев С.Л. Модель определения размеров компенсации хозяйствующему субъекту за хранение дополнительных запасов для целей РСЧС // Матер. 29-й междунар. науч.-техн. конф. "системы безопасности – 2020". М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. С. 55-59.

В.В. Тимохин

ВНУТРЕННИЕ ДЕФЛАГРАЦИОННЫЕ ВЗРЫВЫ В СМЕЖНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Рассмотрены особенности протекания внутреннего взрыва в смежных помещениях в жилых домах. Установлено, что газодинамические потоки, возникающие при аварийном взрыве, полностью определяют его развитие, играя решающую роль в формировании взрывных нагрузок и определяют характер разрушений здания.

Ключевые слова: взрыв, авария, взрывобезопасность, жилые дома, газ.

V.V. Timokhin

INTERNAL DEFLAGRATION EXPLOSIONS IN ADJACENT ROOMS OF RESIDENTIAL BUILDINGS

The features of the flow of an internal explosion in adjacent rooms in residential buildings are considered. It is established that the gas-dynamic flows arising during an emergency explosion completely determine its development, playing a decisive role in the formation of explosive loads and determine the nature of the destruction of the building.

Key words: explosion, accident, explosion safety, residential buildings, gas.

Аварийные взрывы газа, используемого в жилых домах в качестве топлива, характеризуются значительной частотой. Так, за первые 10 месяцев 2021 г. на территории Российской Федерации произошло 16 взрывов бытового газа (рис. 1). Подобные взрывы характеризуются тяжёлыми последствиями, следствием которых являются человеческие жертвы и большой материальный ущерб [1].

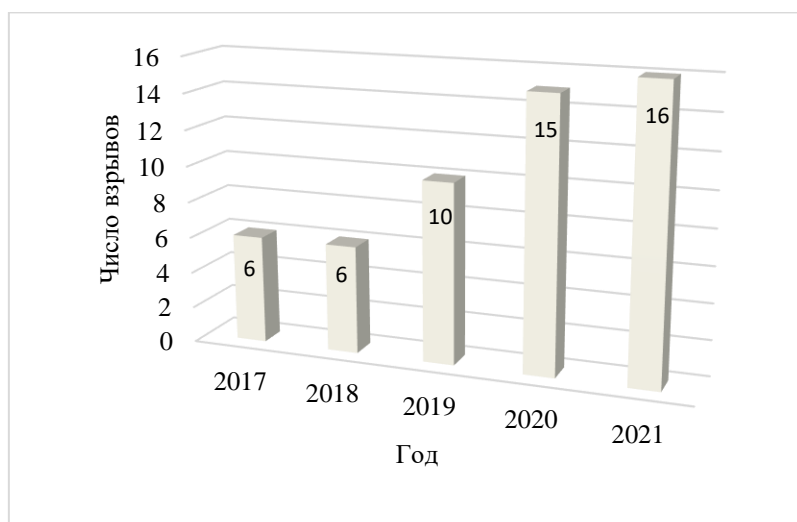


Рис. 1. Количество взрывов в жилых домах

Взрывные аварии в жилых домах объединяют схожие начальные условия, что позволяет говорить об общих особенностях развития взрывных аварий в жилом секторе. Стоит отметить, что планировки жилых многоквартирных домов достаточно однотипны и могут быть охарактеризованы следующим образом. Кухня, чаще всего являющаяся местом утечки, сообщается с 1-3 жилыми комнатами через коридор и внутриквартирные двери, то есть жилые квартиры являются многосвязными объектами. В кухне и каждой комнате имеется минимум по одному оконному проёму, площадь которого назначается из условия её освещённости.

В частности, особый интерес в данном вопросе представляет сценарий протекания аварии, при котором происходит взрыв в многосвязных (смежных) помещениях. Изучением данной проблемы занимались отечественные учёные Мишуев А.В., Казеннов В.В., Комаров А.А., Громов Н.В. и другие [2, 3]. Было установлено, что максимальное давление взрыва в смежном помещении значительно превышает максимальное давление взрыва в помещении без смежной комнаты. Наблюдаемый рост избыточного давления связан с тем, что при взрывном горении смеси продукты взрыва расширяются примерно в 8 раз. Видимая скорость пламени представляет собой сумму скоростей расширения смеси и скорости её выгорания, которая значительно меньше скорости расширения продуктов взрыва. Поэтому газодинамические потоки, возникающие при аварийном взрыве, определяют весь процесс развития взрыва. Для многосвязных помещений, к которым относятся типовые квартиры, это обстоятельство оказывает решающее значение.

Охарактеризовать данную особенность развития взрывной аварии можно следующим образом. При воспламенении взрывоопасной смеси в одном из смежных помещений (чаще всего на кухне) происходит её расширение и выдавливание в смежные помещения. Скорости потоков при этом достаточно высоки. Это приводит к турбулизации выдавленной смеси и росту скорости её выгорания, что в свою очередь приводит к росту скоростей потока и дальнейшему росту взрывного давления. В результате уровни взрывного давления в смежных помещениях оказываются выше, чем в первоначально загазованном помещении (кухне). Отсюда и различия характера разрушений в месте утечки и смежных помещениях (рис. 2).



Рис. 2. Последствия аварийного взрыва пропано-воздушной смеси в двухкомнатной квартире

На данной фотографии видно, что основные разрушения наблюдаются в самой дальней от кухни комнате. Это свидетельствует о том, что газодинамические потоки полностью определяют сценарий взрывной аварии. Происходит процесс, протекание которого описано ранее – резкое повышение взрывного давления, вызванного быстрым выгоранием смеси и большим притоком продуктов взрыва. В результате в дальней комнате наблюдается максимальное давление и наибольшие разрушения.

Таким образом, вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что газодинамические потоки, возникающие при аварийном взрывном горении газовой смеси в здании, полностью определяют его развитие, играют решающую роль в формировании взрывных нагрузок и, соответственно, полностью определяют характер разрушений здания.

Литература

1. Федеральный банк данных "Пожары". <http://www.vniipo.ru/institut/informatsionnye-sistemy-reestry-bazy-i-banki-danny/federalnyy-bank-dannykh-pozhary/>
2. Мишуев А.В., Казеннов В.В., Комаров А.А., Громов Н.В., Лукьянов И.В. Прозоровский Д. В. Особенности аварийных взрывов внутри жилых газифицированных зданий и промышленных объектов // Пожаровзрывобезопасность. 2012. Т. 21, № 3. С. 49-56.
3. Тимохин, В. В. Особенности взрывов бытового газа в жилых домах / В. В. Тимохин // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. – 2021. – № 10. – С. 161-166.

А.В. Кулагин

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ СУДОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Предлагается модель прогнозирования надёжности противопожарных судов на основе технического диагностирования судовых энергетических установок и их элементов (главных и вспомогательных). Модель может быть использована для оценки технического состояния противопожарных судов при подготовке к реагированию на чрезвычайные ситуации.

Ключевые слова: противопожарное судно, надёжность, диагностика, дизельный двигатель, прогнозирование.

A.V. Kulagin

FORECASTING THE RELIABILITY OF FIRE-FIGHTING VESSELS BASED ON TECHNICAL DIAGNOSTICS

A model for predicting the reliability of fire-fighting vessels based on technical diagnostics of ship power plants and their elements (main and auxiliary) is proposed. The model can be used to assess the technical condition of fire-fighting vessels in preparation for responding to emergency situations.

Key words: fire-fighting vessel, reliability, diagnostics, diesel engine, forecasting.

Эффективность борьбы с пожарами на водной транспорте основывается на надёжности противопожарных судов, то есть их комплексном свойстве сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения [1].

Для оценки надёжности противопожарных судов используют комплексный показатель – *коэффициент технического использования* [2]:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_o}{T_o + T_{\text{в}}},$$

где T_o – среднее значение наработки на отказ, ч;

$T_{\text{в}}$ – среднее время восстановления после отказа, ч.

Увеличение значения *коэффициента технического использования* достигается увеличением значения T_o и уменьшением значения $T_{\text{в}}$.

Влияние различных факторов на значение T_o

Основные мероприятия, проводимые органами управления, силами и средствами функциональной подсистемы предупреждения и ликвидации пожаров на водном транспорте, как разновидности чрезвычайной ситуации, подразделяются на:

- проводимые в режиме повседневной деятельности;
- проводимые в режиме повышенной готовности;
- проводимые в режиме чрезвычайной ситуации.

Наиболее значимыми являются мероприятия, проводимые в режиме чрезвычайной ситуации. Выполнение мероприятий достигается решением ряда задач. Задачи подразделяются на различные уровни: стратегический (в масштабе Российской Федерации), оперативный (в масштабе определенного региона), тактический (в масштабе объекта). Наиболее интересны, с точки зрения изучения технических вопросов, задачи тактического уровня. На этом уровне находятся противопожарные суда, действующие как одиночно, так и в составе создаваемой группировки сил.

Основные задачи, стоящие перед противопожарным судном, находящимся в составе дежурных сил, иными словами, в готовности к действию по предназначению, можно сформулировать следующим образом:

1. Непрерывный контроль за состоянием окружающей среды.
2. Поиск и спасение людей (экипажа и пассажиров), плавающего на воде, с повреждённых и гибнущих надводных кораблей, судов летательных аппаратов.
3. Поиск и оказание помощи аварийным кораблям, судам и приводившимся летательным аппаратам.

При этом в задачу 1 будут входить, в том числе, работы по сбору нефтепродуктов и другие работы по обеспечению экологической безопасности. В задачу 3 будет включена и борьба с пожарами. Введём допущения:

- контроль за состоянием окружающей среды будет проводиться за пределами внутреннего рейда (пункта базирования), так как в пунктах базирования целесообразнее использовать стационарные приборы контроля;

- тушение пожаров на береговых объектах останется за пределами исследования ввиду приоритетного использования наземных и воздушных средств пожаротушения.

Следовательно, каждая задача, стоящая перед противопожарным судном выполняется при выходе противопожарного судна в море (отхода от места постоянного базирования), при использовании судовых дизельных двигателей (главных и вспомогательных). Тогда, согласно классической теории вероятности, вероятность наступления события выражается:

$$P(A) = \frac{m}{n},$$

где m – число случаев, благоприятных событию A ;

n – общее число случаев.

Тогда при равновероятном выполнении задач вероятность использования противопожарного оборудования (при решении задач тушения пожара) равна 0,33. А вероятность использования судовых дизельных двигателей (главных и вспомогательных) будет равна 1.

Принимая во внимание, что противопожарное судно выполняет задачи в комплексе, при этом на выполнении приоритетной задачи сосредотачиваются основные усилия (ресурсы), а распределение усилий (ресурсов) на выполнение других задач происходит после обеспечения выполнения приоритетной задачи, можно утверждать, что в условиях технической подготовки противопожарного судна к плаванию, основные усилия должны сосредотачиваться именно на подготовке к работе судовых дизельных двигателей (главных и вспомогательных) как критически важных.

Учитывая приведенные аргументы можно утверждать – надёжность противопожарного судна определяется техническим состоянием судового оборудования, в частности его двигательной и генераторной установок.

Влияние различных факторов на значение T_v

Среднее время восстановления судовых дизельных двигателей напрямую зависит от условий его эксплуатации. Техническое диагностирование дизельных двигателей решает три задачи:

1. Определение технического состояния.
2. Поиск места и причин отказа.
3. Прогнозирование остаточного ресурса.

С точки зрения комплексной эксплуатации (включая планирование и проведение различных ремонтов, в том числе специализированными организациями), все задачи являются актуальными.

Прогнозируя надёжность противопожарного судна на основе диагностики состояния его двигательной и генераторной установок целесообразно рассматривать единую методологию исследования обеих этих систем. Действительно, как главные судовые двигатели, так и вспомогательные двигатели (дизель-генераторы) имеют в своей основе дизельные двигатели, а отдельные проекты противопожарных судов являются дизель-электроходами (табл. 1).

Диагностика судовых дизельных двигателей осуществляется как штатно установленными (предприятием-изготовителем) приборами контроля (в том числе и датчиками), так и дополнительно установленными приборами контроля.

Широкое распространение получили системы диагностирования судовых дизельных двигателей, работа которых основана на контроле внутрицилиндрового давления и построения индикаторных диаграмм по цилиндрам судового дизельного двигателя. В частности, последнее время на этих принципах построены алгоритмы диагностирования, предложенные фирмами A.V.L. (Австрия), Kestler (Германия), Autronica (Норвегия), НПК "Гарант" (Россия) и др. Например, в НПК "Гарант" (г. Санкт-Петербург), разработаны различные модели диагностического комплекса

"Дизель-Адмирал". Однако к недостаткам этих комплексов можно отнести невысокую живучесть. Следовательно, для судов специального назначения, а так же боевых кораблей, на которые возложены функции оказания помощи аварийным судам, в том числе при тушении пожаров, с целью повышения живучести диагностических комплексов, требуется разработать методику диагностирования, в основу которой положены показания штатно установленных (предприятием-изготовителем) приборов контроля с минимальным количеством дополнительных датчиков (как правило, имеющих резервирование).

Таблица 1

Характеристики двигательной и генераторной установок
некоторых противопожарных судов

Проект судна	Водоизмещение, тонн	Главные двигатели	Дизель-генераторы	Примечание
364	168	1×6ЧСП23/30 (мощность 495 л/с, при 1030 об/мин), 2×М-50-6 (мощность 2×500 л/с, при 1700 об/мин)	2×Д-13 (привод 2×4 ч 8,5/11, мощность 2×20 л/с при 1500 об/мин, генератор ПН-100, род тока – постоянный)	
745	1092	2×5-2Д42 (мощность 2×1500 л/с при 1500 об/мин, генератор ПГ1000/750 мощность 2×1000 кВт)	2хМСС375/280-750 (привод 5-2Д42 эл. мощность 2×300 кВт) 2хМСКФ-92-4 (привод 7Д6-150АФ эл. мощ- ность 2×100 кВт)	Дизель-электроход, гребной электродвигатель 2ПГ950/170 М
1893	817	2×40ДМ (мощность 2200 л/с)	2хДГ (мощность 2×200 кВт), ДГ (мощность 150 кВт)	
712	2170	2×6ЧН40/46 (мощность 3×3500 л/с)	2 ДГ (мощность 2×450 кВт), 3 ДГ (мощность 3×200 кВт)	
714	2240	1×67И (мощность 3500 л/с)	3 ДГ (мощность 3×264 кВт), 1 ДГ (мощность 132 кВт)	
733С	930	2×5Д-50 (мощность 2х1000 кВт)	2 ДГ (мощность 2×100 кВт), 2 ДГ (мощность 2×45 кВт)	Дизель-электроход, 1 электродвигатель ПГ-150/60 (мощность 1×1900 л/с)

Точность постановки технического диагноза судового дизельного двигателя основывается на полученной о его состоянии информации. Диагностирование осуществляется по совокупности информационных параметров, образующих признак P_j . Каждое состояние дизельного двигателя характеризуется рядом информационных параметров x_j , а их совокупность проявляется как признак P_j . Для повышения точности диагностирования, необходимо определить диагностическую ценность признака P_j [3]:

$$d_{iz} \left(\frac{P_j}{D_i} \right) = \sum P \left(\frac{P_{js}}{D_i} \right) \log_2 \frac{P(P_{js}/D_i)}{P(P_{js})},$$

где $P(P_{js}/D_i)$ – условная вероятность того, что признак P_j принял значение P_{js} при условии диагноза D_i (неисправности i -го типа);

s – коэффициент, характеризующий отклонение признака P_j от первоначального значения вследствие износа.

Предлагаемый подход даёт возможность ставить технический диагноз, по которому осуществлять прогнозирование надёжности по минимальному количеству информации в ограниченный промежуток времени. Увеличение времени диагностирования как и информационного потока о состоянии дизельного двигателя, позволяет повысить точность диагностирования и прогнозирования надёжности.

Выводы

Таким образом, эффективность прогнозирования надёжности применения противопожарных судов напрямую зависит от состояния установленных на этих судах энергетических установок и их элементов (главных и вспомогательных).

Состояние судовых энергетических установок и их элементов оценивается методом диагностирования. Точность диагностирования напрямую зависит от объёма информации и выделенного на диагностику времени. За информационную основу для повышения точности диагностирования, а также при ограниченном времени диагностирования, необходимо выделять диагностическую ценность признака P_j .

Предложенная методика позволяет повысить точность прогноза надёжности судовых дизельных двигателей и принять обоснованное решение на применение противопожарного судна. При этом за счёт использования штатно установленных приборов контроля сокращаются финансовые расходы на внедрение предложенной методики, при обеспечении требуемой живучести диагностической системы.

Литература

1. ГОСТ 27.002-2015. Надёжность в технике. Управление надёжностью. Термины и определения.
2. ГОСТ Р 27.003-2011. Надёжность в технике. Управление надёжностью. Руководство по заданию технических требований к надёжности.
3. Никитин Е.А., Станиславский Л.А., Улановский Э.А. и др. Диагностирование дизелей. М.: Машиностроение, 1987. 224 с.

Н.А. Кропотова, Н.С. Полетаев

РАЗРАБОТКА РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Приводится обзор имеющегося пожарно-технического вооружения для ликвидации проливов нефтепродуктов с поверхности воды. В связи с увеличением происшествий на водных объектах, связанных с разливами и проливами ароматических углеводородов, разработка робототехнического комплекса - одно из видимых решений. Приводится краткое описание принципа работы и основная компоновка с обоснованием технических решений.

Ключевые слова: робототехнический комплекс, обеспечение безопасности на воде, техносферная безопасность, автономное плавательное средство.

N.A. Kropotova, N.S. Poletayev

DEVELOPMENT OF A ROBOTIC COMPLEX FOR SOLVING TECHNOSPHERE SECURITY ISSUES

The article provides an overview of the available fire-technical weapons for the elimination of oil spills from the water surface, from where the authors conclude that this study is relevant. Due to the increase in incidents on water bodies associated with spills of aromatic hydrocarbons, the development of a robotic complex is one of the visible solutions. The authors provide a brief description of the principle of operation and the basic layout with the justification of technical solutions.

Key words: robotics complex, water safety, technosphere safety, autonomous swimming facility.

Проблема мониторинга объектов, а также ликвидация утечки нефтепродуктов на водных объектах остаётся актуальной на сегодняшний день. Как показывают итоги 2020 года техногенные аварии, связанные с разливами нефтепродуктов, приводят к катастрофическим последствиям.

Поскольку растёт потребность общества в ароматических углеводородах как продукте нефтепереработки, то с ним увеличивается число аварий по разливу нефти и нефтепродуктов на поверхность водных бассейнов, создавая пожарную, техногенную и экологическую угрозу. Проведённый статистический обзор аварий судов (рис. 1) показал, что основными причинами являются коррозия, механические повреждения, столкновения, пагубные погодные условия, а незначительными – дефекты эксплуатируемых конструкций и их износ.

Аналитический обзор данных по аварийным ситуациям, связанным с разливом нефтепродуктов, показал (рис. 2), что основные причины аварий связаны с их транспортировкой: столкновения, аварии систем налива, которые в связи с длительным и растущем сроком эксплуатации всё больше и больше приходят в аварийное состояние, пожары, а также износ механических систем.

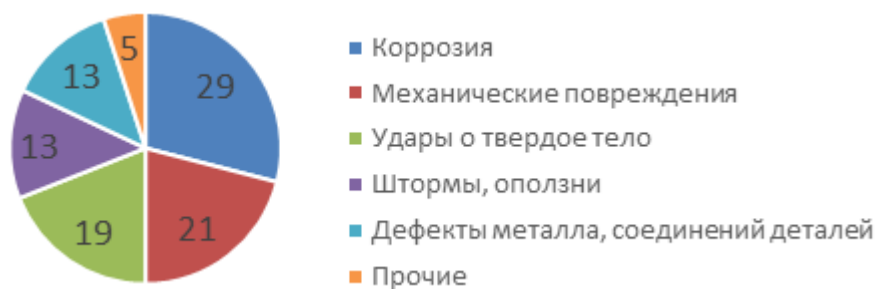


Рис. 1. Основные причины аварий судов за 2020 год, %

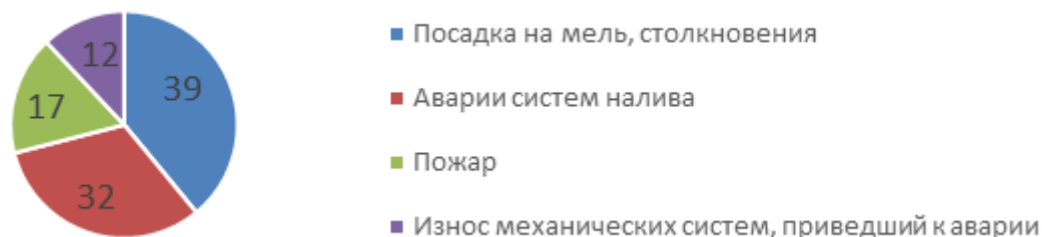


Рис. 2. Причины аварий с разливом нефти и нефтепродуктов на водных объектах, %

На сегодняшний день существуют многообразие методов сбора нефтепродуктов, но каждый имеет свои достоинства и недостатки [1]. Остановимся только на самых основных:

ручной – один из самых тяжёлых методов;

термический (сжигание), применяют, как правило, там, где невозможно применить труд человека и технику, известно, что данный метод наносит колоссальный урон экологии;

не менее безопасный для экологии – физико-химический (так как связан с обработкой химическими реагентами);

микробиологический (разложение нефтепродуктов бактериями) – практически не применяется в связи со своей дороговизной и условиями сбора;

самый распространённый метод – механический (сбор при помощи сорбентов, автономных устройств и нефтесборщиков). При механическом методе сбора используются боновые заграждения, скиммеры, дамбы и нефтесборные системы (рис. 3).



Рис. 3. Механические методы сбора нефтепродуктов

Поэтому разработка инженерно-технического решения по обеспечению пожарной безопасности при удалении аварийных проливов нефтепродуктов с поверхности воды будет актуальной.

Основной задачей исследования является разработка специализированного судна безэкипажного типа для мониторинга и сбора нефтепродуктов с поверхности воды, которое должно включать большое безэкипажное судно, малые суда для установки бонового заграждения, систему распыления адсорбента и сбора нефтепродуктов, а также предусмотреть ёмкость для загрязнений.

На начальном этапе проектирования нефтесборщика была разработана 3D-модель судна с плоской боновой лентой и шнеком (рис. 4).

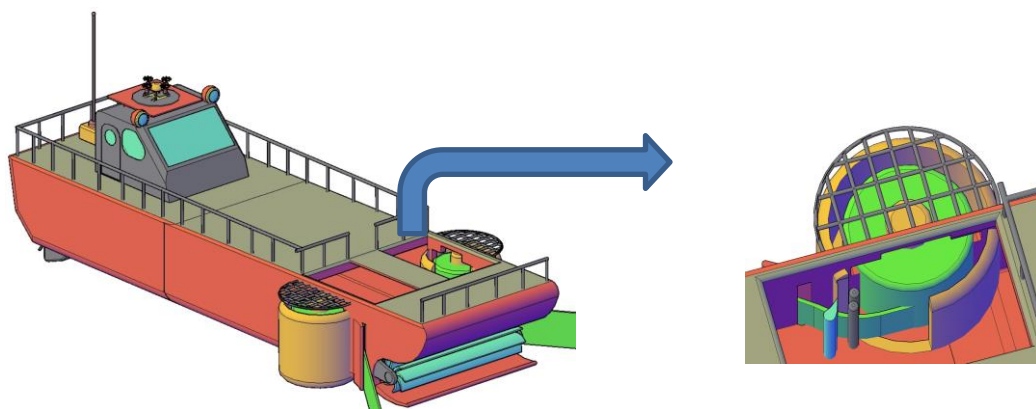


Рис. 4. Нефтесборщик с плоской боновой лентой [2]

При создании рабочего макета были обнаружены недостатки данной конструкции, которые представлены на рис. 4. Учитывая недостатки первоначальной модели разработана новая модель боновой надувной ленты, представленная на рис. 5, состоящей из двух отдельных полостей, одна для наполнения воздухом, для удержания её на поверхности воды, а вторая для наполнения водой, для балласта. Лента изготовлена из материала нитрил. Этот материал имеет высокую устойчивость к механическим воздействиям, воздействию высоких температур, очень стоек при воздействии нефтепродуктов, нефти и масел, не подвержен воздействию щелочей и кислот слабой концентрации. Обладает высокими антифрикционными свойствами.

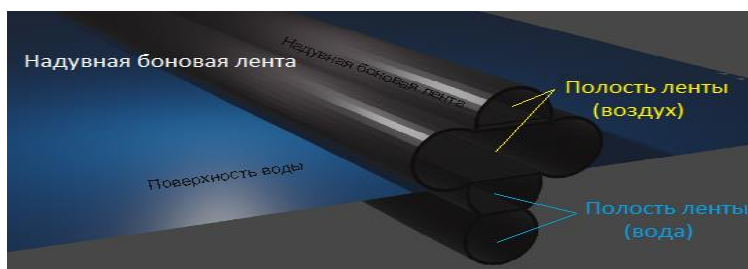


Рис. 5. 3D-модель боновой надувной ленты

Затем была предложена замена шнековой система сбора нефтепродукта на более эффективную, безопасную и экономически выгодную ленточную систему [3]. Применяются материалы, не допускающие возникновения искр при попадании каких-либо предметов.

Новая конструкция должна предусматривать ёмкость для сбора загрязнений из ароматических углеводородов – предложены 3 гибких резервуара из полиэфирной ткани (рис. 6).



Рис. 6. Система для сбора нефтепродуктов

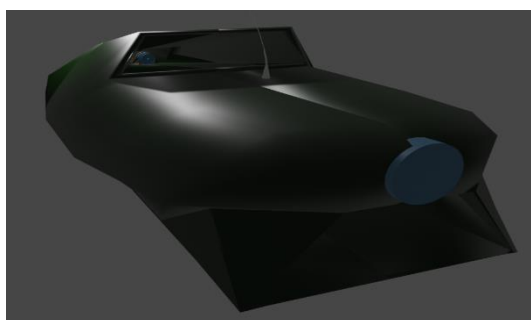
На основании введения новшеств в первоначальную модель, предлагается новая модель нефтесборщика, которая представляет собой плавательное средство размером 4×12 м (рис. 7), в передней части которого установлена сменная ленточная система сбора нефтепродуктов с поверхностью водоёма с клиновым скребком для её очистки. В полости нефтесборщика предусмотрен отсек для сбора нефтепродуктов размером $3 \times 4 \times 2$ м. В этот отсек помещается специальный гибкий резервуар. В передней части судна располагается платформа размером 3×3 м для размещения сорбента, который подаётся через сопло специальной распылительной системы на поверхность воды, загрязнённой нефтепродуктами, что способствует уменьшению площади и увеличению толщины собираемой смеси.



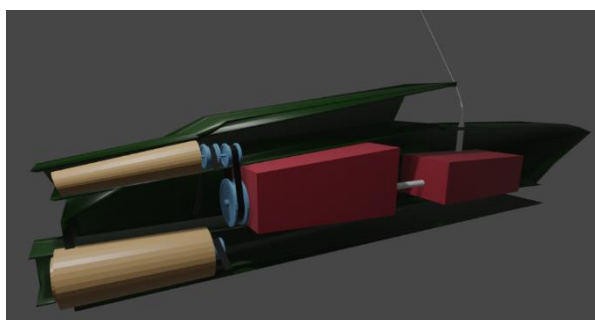
Рис. 7. 3D-модель нового нефтесборщика [4]

По бокам судна располагаются две катушки для сматывания лент диаметром 1 м, изготовленные из нержавеющей стали. Катушки оборудованы цепным приводом к электродвигателю, при помощи которого происходит сматывание ленты после локализации разлива нефтепродуктов. На корпусе также установлены специальные клиновидные направляющие для ленты. Они предназначены для удержания давления воздуха и воды в полостях ленты, которое нагнетается насосами и помпами, расположенными на малых катерах, а также имеют резиновые скребки для очистки ленты от налипшего нефтепродукта. Наличие квадрокоптера для определения зоны загрязнения позволяет осуществлять мониторинг среды и управление двумя малыми автономными катерами для разворачивания и заполнения боковой надувной ленты. Основные достоинства представленного комплекса:

- квадрокоптер;
- ленточная система сбора загрязнений;
- три ёмкости для сбора загрязнений;
- новый тип боновых заграждений;
- два автономных катера для бонов (рис. 8), основное их назначение – локализация площади разлива нефтепродуктов на поверхности воды.



Общий вид

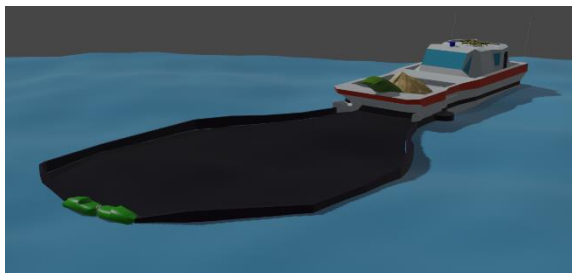


Вид катера в разрезе

Рис. 8. Малые автономные катера

Двигаясь по заданной траектории, катера вытягивают ленту с катушек, заполняя её полости воздухом и водой при помощи расположенных на их борту воздушного насоса и водяной помпы, которые работают от электродвигателя, приводящего в движение гребной винт катера. Необходимо, чтобы вал насоса и помпы соединялись с приводящим шкивом при помощи специальных электромuft, регулирующих частоту вращения, для качественной работы по нагнетанию воды и воздуха в полость ленты. Для забора воды и воздуха на корпусе катеров предусмотрены воздухозаборная и водозаборная полости (рис. 8 справа).

При достаточной длине ленты локализация нефтяного пятна происходит по принципу, указанному на рис. 9 (слева). Если функционала комплекса недостаточно и масштаб загрязнения превышает расчётную площадь локализации, то система предлагает развернуть ленту под углом в 120° к траектории движения основного судна (рис. 9 справа), тем самым возможно очистить полосу шириной в 50 м.



Локализация нефтяного пятна при достаточной длине ленты



Сбор нефтепродукта при больших масштабах загрязнения

Рис. 9. Тактические особенности работы робототехнического комплекса по локализации и ликвидации разлива нефтепродуктов

Учитывая, что последствия разлива нефтепродуктов бывают масштабными, то вложения по разработке и применению представленного робототехнического комплекса экономически оправдано, поскольку направлен на снижение опасных рисков.

Литература

1. Романов А.В., Кропотова Н.А. Снижение воздействия разрушения материалов на окружающую среду на примере сбора нефтепродуктов методом их омагничивания при помощи роботизированной платформы // Сб. трудов II всеросс. науч.-практ. конф. "Устойчивость материалов к внешним воздействиям". Химки: АГЗ МЧС России, 2020. С. 91-95.
2. Теньковский П.А., Кропотова Н.А. Робототехническое устройство для обеспечения безопасности // Матер. конф. "Электромеханотроника и управление: шестнадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных "Энергия-2021"". В 6 т. Т. 4. Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. С. 75.
3. Теньковский П.А., Кропотова Н.А. Нефтесорщик нового поколения // Матер. XI всеросс. науч.-практ. конф. "Надёжность и долговечность машин и механизмов". Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. С. 156-161.
4. Теньковский П.А., Кропотова Н.А. Разработка модели робототехнической платформы для ликвидации разливов нефтепродуктов с поверхности воды // Сборник трудов секции № 16 "Общенаучные проблемы инженерной подготовки кадров МЧС России" XXXI междуна. науч.-практ. конф. "Предотвращение. Спасение. Помощь". Химки: АГЗ МЧС России, 2021. С. 136-141.

М.В. Сибиряков, С.А. Груздев
К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ С ВЫСОТЫ
ПРИ ПОМОЩИ АВТОЛЕСТНИЦЫ

Представлен анализ тяжести травм, полученных людьми в результате падения с высоты в зависимости от этажа падения. Проанализированы факторы, оказывающие влияние на скорость спуска. Предложены пути разработки методики определения времени спасения людей с высоты на основе натурных наблюдений.

Ключевые слова: аварийно-спасательные работы, спасение людей с высоты, скорость спуска по автолестнице.

M.V. Sibiryakov, S.A. Gruzdev
TO THE QUESTION OF DEVELOPING A METHOD
FOR DETERMINING THE TIME OF RESCUE OF PEOPLE
FROM HEIGHT WITH THE HELP OF THE AUTO LADDER

The analysis of the severity of injuries sustained by people as a result of falling from a height depending on the height of the fall is presented. The factors influencing the descent speed are analyzed. The ways of developing a methodology for determining the time of rescuing people from a height on the basis of field observations are proposed.

Key words: emergency rescue operations, saving people from heights, the speed of descent on the auto ladder.

Актуальность работы заключается в низком методическом обеспечении разработчиков документов предварительного планирования действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ, что влечёт за собой низкое качество данных документов и как следствие снижение, а иногда и полное отсутствие их прикладного значения при организации и тушении пожаров.

Также с целью подтверждения актуальности был рассмотрен анализ тяжести травм полученных людьми в результате падения с высоты в зависимости от этажа падения, данный анализ был проведён по данным имеющимся в свободном доступе в период с 2015 до 2020 гг.[1]

Построенные диаграммы наглядно показывают как возрастает тяжесть полученных травм с увеличением этажности падения.

Согласно статистическим данным о пожарах, менее 1 % пожаров происходят в зданиях выше 9 этажа, менее 1,5 % гибели на пожарах приходится на пожары в зданиях выше 9 этажа. В тоже время отмечается, что при блокировании людей пожаром в многоэтажных зданиях начиная с 4 этажа крайне высок риск получения тяжёлых травм или гибели при падении с высоты (рис. 1).

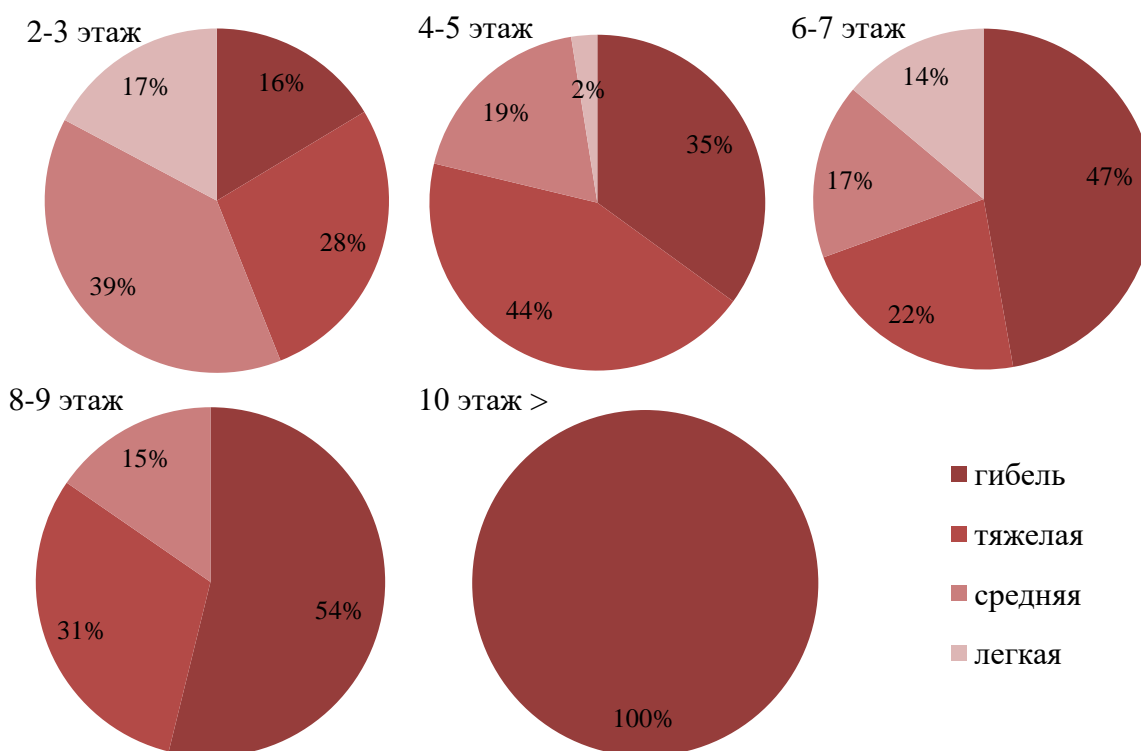


Рис. 1. Распределение тяжести травм, полученных в результате падения с высоты в зависимости от этажа падения

Соответственно анализ статистических данных показывает, что наиболее востребованный диапазон работы по спасению с высот является от 9 до 30 м, что обеспечивается автолестницами АЛ-30.

Поэтому исследования, направленные на разработку или уточнение методики определения времени спасения людей с высоты при помощи автолестницы является актуальными.

При разработке методики определения времени спасения людей с высоты при помощи автолестницы необходимо определить скоростные характеристики спуска людей по автолестнице, а также проанализировать факторы, оказывающие влияние на скорость спуска. Данную задачу можно решить при проведении натурных экспериментов или при помощи метода наблюдения.

Подход к определению скоростных показателей спуска людей по автолестнице при различных условиях через проведение натурных экспериментов имеет ряд недостатков, которые отразятся на качестве полученных данных, таких как:

- в связи с тем, что люди, не имеющие опыт спуска по автолестнице, делают это значительно медленней, чем профессиональные пожарные (спасатели), а из соображений безопасности при проведении эксперимента участвовать в тренировочных спусках могут только обученные люди.

По той же причине в эксперименте не могут быть учтены женщины, дети, пожилые люди, а также наличие факторов, осложняющих процесс спуска, таких как неудобная одежда и обувь (верхняя одежда, платья, каблуки и т.д.);

- во время эксперимента люди не находятся в опасности и не подвержены панике, ступору или другим проявлениям страха, что не в полной мере отражает реальную обстановку при спасении людей на пожаре;

- при проведении натурного эксперимента не допускаются отступления от требований охраны труда [2], которые зачастую снижают скорость проведения различного рода операций, в то время как на пожаре должностные лица очень часто вынуждены действовать в условиях обоснованного риска и крайней необходимости [3].

В связи с тем, что реальные условия пожара и спасения людей при помощи автолестниц, значительно отличаются от условий во время тренировочных спасений, проводимых в рамках пожарно-тактических учений и пожарно-тактических задач, либо эксперимента, видится более перспективным подходом – определение искомых параметров посредством ретроспективного анализа реальных пожаров и реальных спасений людей при помощи автолестниц.

Преимущества ретроспективного анализа, заключается в том, что полученные данные максимально объективны. Данный анализ можно провести по видеоматериалам, снятым в процессе спасения людей на реальных пожарах. По результатам данного анализа можно установить следующие факторы: скорость спуска, техника спуска, пол спускающегося, а также факторы, оказывающие влияние на скорость спуска (неудобная обувь, ступор, изменение техники спуска в процессе спасения и т.д.). Так как запись спасения может периодически прерываться и возвращаться к съёмке, необходимо проводить замеры по эпизодам, а не по количеству спасаемых людей.

Таким образом, для разработки методики определения времени спасения людей с высоты, натурное наблюдение является наиболее перспективным подходом, в том числе ретроспективный анализ видеозаписей реальных пожаров, где применялись для спасения людей автолестницы. Данный подход позволит определить наиболее точные диапазоны скоростей спасения людей, что позволит разработать методику, описывающую данный процесс максимально приближённо к реальности, соответственно это обеспечит более точный расчёт сил и средств в рамках разработки документов предварительного планирования.

Литература

1. Мирзаянц А.В., Карева М.Д. Гибель и травматизм при пожаре в результате падений людей с высоты // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2020. С. 522-529.
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 881н от 11 декабря 2020 г. "Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны".
3. Уголовный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ // СЗ РФ – 17.06.1996. № 25. Ст. 2954.
4. Осипов А.В., Иванова И.А. Определение состава материально-технических средств пожарно-спасательного гарнизона МЧС России в условиях чрезвычайных ситуаций // Межвуз. науч.-метод. конф. "Экономика превентивных мероприятий по снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций и аварийно-спасательных работ". М.: Финансовый университет при Правительстве РФ, 2019. С. 87-93.
5. Харисов Г.Х., Мирзаянц А.В. Самоспасание людей с высоты при пожаре // Безопасность жизнедеятельности. 2020. № 12. С. 43-48.

М.В. Сибиряков, С.В. Умяров

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОГОВОРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ФПС ГПС

Приведён ретроспективный анализ реформирования договорных подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России в течение последних 10 лет. Приведены анализ структурной и штатной численности, а также показаны причинно-следственный связи произошедших изменений и их последствий. Обозначены проблемы и направления предлагаемого развития.

Ключевые слова: пожарная охрана, организация деятельности, договорные подразделения.

M.V. Sibiriyakov, S.V. Umyarov

ANALYSIS OF THE ORGANIZATION OF ACTIVITIES OF CONTRACTUAL DIVISIONS OF THE FEDERAL FIRE SERVICE OF THE STATE FIRE SERVICE

The article provides a retrospective analysis of the reform of the contractual divisions of the Federal Fire Service of the State Fire Service over 10 last years. The analysis of the structural and staff size is given, as well as the cause-and-effect relationship of the changes that have occurred and their consequences is shown. Problems and directions of the proposed development are outlined.

Key words: fire service, organization of activities, contractual subdivisions.

В соответствии с действующим законодательством в области обеспечения пожарной безопасности, охрана от пожаров объектов экономической безопасности Российской Федерации, большинство из которых являются частными компаниями различных отраслей экономики (машиностроения, металлургической промышленности, энергетики и нефтегазового

комплекса, в том числе таких крупных компаний как Транснефть, Лукойл, Газпром на долю которых приходится более 30 % добываемых в РФ углеводородов), не входит в перечень полномочий государственной противопожарной службы (статьи 16 и 16.1 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности"[1]). Тем не менее, охрана данных объектов может быть осуществлена договорными подразделениями федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (ДП ФПС ГПС) на возмездной основе в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации [2] в соответствии со статьёй 24 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ.

При создании ДП ФПС ГПС средства, полученные от оказания работ и услуг в области пожарной безопасности, направлялись в доход федерального бюджета (данная часть введена Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 137-ФЗ). Объекты перечисляли денежные средства на основании заключённых договоров на выполнение работ и оказание услуг в области пожарной безопасности в доход федерального бюджета. Далее на этапе формирования бюджета МЧС России сумма, полученная от результатов деятельности ДП ФПС ГПС, отражалась в отдельной статье "договорные подразделения ФПС". При распределении денежных средств в МЧС России, данная статья направлялась на счёт подразделений, созданных в форме федеральных казённых учреждений.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 20 июня 2005 г. № 385 "О федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы" [3] была установлена предельная численность ДП ФПС ГПС в количестве 29 975 единиц, фактическая численность личного состава ДП ФПС ГПС определялась приказом МЧС России исходя из объёмов заключённых дворов на выполнение ими работ.

В период с 2011 г. по 2016 г. организацию деятельности ДП ФПС ГПС осуществляло Федеральное Казённое учреждение (ФКУ) "Управление договорных подразделений ФПС ГПС". В это время была выстроена система оказания услуг в области пожарной безопасности частным организациям на договорной основе в полном соответствии всем нормативно-правовым актам МЧС России, регламентирующим деятельность подразделений ДП ФПС ГПС по реагированию на деструктивные события, начиная от установления численности и материально-технического обеспечения, заканчивая анализом деятельности. За это охраняемые организации принимали на себя финансовые обязательства по полному обеспечению данного процесса посредством перечисления средств в федеральный бюджет. Таким образом, перекрывались расходы на денежное и вещевое довольствие, социальные выплаты, медицинское обеспечение, а также вопросы, связанные со строительством и эксплуатацией объектов пожарной охраны,

находящихся на территории охраняемых объектов, помимо этого приобретение и содержание пожарной техники, средств связи, средств индивидуальной защиты органов дыхания, обеспечение специальной защитной одеждой и другого имущества, необходимого для выполнения возложенных на ДП ФПС ГПС задач. При этом у всех реагирующих подразделений ДП ФПС ГПС был подрайон выезда, в рамках чего они осуществляли прикрытие более 2000 населённых пунктов общей численностью более 10 млн чел., а в более чем в 200 населённых пунктах численностью более 250 тыс чел. ДП ФПС ГПС являлись единственным видом пожарной охраны.

По состоянию на январь 2012 г. договорные подразделения ФПС ГПС состояли из 115 ФКУ численностью 25 952 чел., действующих в рамках исполнения 431 договора на общую сумму порядка 11 млрд рублей. После ряда преобразований ДП ФПС ГПС к 2016 г. численность подразделений уменьшилась и составила 83 ФКУ, 18 494 чел, в рамках исполнения обязательств по 360 договорам на общую сумму порядка 10 млрд рублей, а к 2017 г. их численность уже не превышала 13 000 человек.

Данная ситуация сложилась в результате ряда изменений ДП ФПС ГПС, произошедших в рассматриваемый период, а именно:

- в 2012 г. принято решение о плановом изменении организационно-штатной структуры ДП ФПС ГПС с целью замены должностей сотрудников на должности работников до 2016 г. (что привело к снижению заработной платы и социальной обеспеченности специалистов и как следствие к первому оттоку квалифицированных сотрудников);

- в 2015 г. отменена выделенная статья "договорные подразделения ФПС" в системе финансирования МЧС России, в результате чего финансовые средства, полученные от доходов по результатам выполнения контрактных обязательств ДП ФПС ГПС попадали в общий бюджет ФПС ГПС;

- в 2016 г. было ликвидировано ФКУ "Управление договорных подразделений ФПС ГПС";

- в 2016 г. прекращены выплаты повышающего коэффициента, который предусматривался для сохранения уровня заработной платы при переходе из категории сотрудников в категорию работников ФПС ГПС.

Сложившаяся ситуация привела к снижению уровня заработной платы работников ДП ФПС ГПС в среднем от 20 % до 50 %, что в свою очередь также привело к массовому увольнению работников ДП ФПС ГПС и очередному оттоку квалифицированных сотрудников, что поставило под угрозу срыва выполнение договорных обязательств со стороны МЧС России.

Организационная структура управления договорными подразделениями ФПС ГПС на сегодняшний день приведена на рис. 1.



Рис. 1. Организационная структура управления ДП ФПС ГПС

Крупные компании, такие как ОАО "АК" Транснефть, ПАО "Лукойл", ПАО "РусГидро" и др. проявили обеспокоенность сложившейся ситуацией, поскольку некомплект личного состава на некоторых объектах достиг 50 %. Руководство крупнейших нефтегазовых компаний было вынуждено обратиться к руководству МЧС России и страны для разрешения данной проблемы. Также руководство данных компаний видело проблему в том, что в связи с изменившейся системой финансирования ФПС денежные средства, выплаченные по заключённым контрактам в ДП ФПС ГПС поступали не в полном объёме, что значительно снижало качество предоставляемых услуг. Отсутствие решения сложившейся ситуации привело к разрыву части договорных отношений, что в свою очередь привело к снижению численности договорных подразделений.

Высвободившееся пространство в сфере оказания услуг в области обеспечения пожарной безопасности было занято другими видами пожарной охраны, в том числе частной, так как согласно статье 37 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ собственник отвечает за обеспечение пожарной безопасности и вправе самостоятельно принимать решение относительно избрания вида пожарной охраны, посредством которой будет обеспечиваться пожарная безопасность на объекте защиты. В результате чего численность подразделений частной пожарной охраны стала активно расти с 2012 года и на сегодняшний день составляет порядка 535 подразделений и более 19 000 человек личного состава.

Данный вид пожарной охраны развивается и пользуется спросом, поскольку имеет прозрачную систему финансирования и предлагает дополнительные виды услуг (газоспасательные работы, поисково-спасательные работы и др.). Однако проведённый анализ деятельности частной пожарной охраны и ведомственной пожарной охраны показывает, что практически в 50 % случаев возникновения пожаров на охраняемых ими объектах, тушение происходит с привлечением Государственной противопожарной службы. Получается, что уход рассматриваемых компаний от ДП ФПС ГПС не снимает нагрузку с федеральной противопожарной службы, однако финансовой компенсации затраченных ресурсов при этом не получает. Помимо этого, необходимо отметить, что частная пожарная охрана, как правило, не имеет подрайона выезда и не перекрывает населённые пункты, соседствующие с охраняемым объектом, что как приводилось ранее, имеет большое значение для обеспечения безопасности значительной части населения страны. Также ввиду редкого участия подразделений частной пожарной охраны в тушении пожаров и ведении аварийно-спасательных работ, а также отсутствие внешнего контроля за уровнем подготовки личного состава негативно отражается на квалификации специалистов, что в свою очередь снижает качество предоставляемых услуг.

Нельзя не отметить тот факт, что в ходе совещания с руководством МЧС России руководство крупнейших нефтегазовых компаний помимо озабоченности сложившейся ситуацией, неоднократно высказывали предложения о создании новой прозрачной и понятной структуры договорных отношений с МЧС России, при которой качество оказываемых услуг будет соответствовать их стоимости, а заработная плата личного состава пожарно-спасательных подразделений обслуживающих данные объекты, будет позволять укомплектовывать их высококвалифицированными специалистами. В 2019 году руководством МЧС России принято решение о переводе ДП ФПС ГПС из федеральных казённых учреждений в федеральные бюджетные учреждения центрального подчинения с нулевым государственным заданием с соответствующими изменениями в статью 24 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ.

На данный момент средства, полученные от приносящей доход деятельности, минуя федеральный бюджет, напрямую поступают в самостоятельное распоряжение ДП ФПС ГПС, что на данном этапе позволило им не потерять и сохранить часть договорных отношений с объектами экономической безопасности Российской Федерации. При этом в установленной в 2020 году численности МЧС России, численность работников ДП ФПС ГПС не выделена в отдельную составляющую и при определённых обстоятельствах в любой момент её можно было перераспределить в территориальные подразделения МЧС России не взирая на действующие договоры.

Договорные подразделения ФПС стали бюджетными учреждениями со всеми вытекающими дополнительными вопросами касающиеся кадрового, юридического, финансового, бухгалтерского обеспечения и налогового обложения. Сложилась ситуация, когда тип учреждений практически не отличается от частной организации, в том числе для личного состава подразделений (после перевода сотрудника в категорию работника личный состав договорных подразделений ФПС ГПС теряет право на льготную пенсию).

Учитывая вышеизложенное и опыт прошлых реформ договорных подразделений возникает вопрос о дальнейшем развитии ДП ФПС ГПС, его нахождения в статусе бюджетных учреждений с нулевым государственным заданием (целесообразности использования формы бюджетного учреждения, которое оказывает услуги только частным компаниям и не выполняет никакой государственной функции), единого подхода к организации деятельности всех ДП ФПС ГПС, выбора стратегии развития направленной на создание справедливой и понятной системы финансирования, инвестирования на развитие и создание широкого спектра оказываемых услуг, востребованных на рынке обеспечения пожарной безопасности, а также создание привлекательных условий труда, позволяющих привлечь для выполнения работ высококвалифицированных специалистов.

Возникает потребность реформирования организационной структуры и в целом системы управления ДП ФПС ГПС. Требуется взвешенный подход к решению данной задачи, с учётом опыта реформирования ДП ФПС ГПС, а также зарубежного опыта решения данных вопросов в условиях развития современной экономики.

Литература

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности".
2. Постановление Правительства РФ от 24 декабря 2008 г. № 989 (ред. от 17.04.2019) "Об утверждении Правил выполнения работ и оказания услуг в области пожарной безопасности договорными подразделениями федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы".
3. Постановление Правительства РФ от 20 июня 2005 г. № 385 "О федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы".

Ю.В. Подрезов

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Выполнен актуальный анализ методических особенностей прогнозирования динамики основных видов лесных пожаров, включая верховые и низовые. Обоснованы новые необходимые условия для адекватного прогнозирования развития лесных пожаров различных видов.

Ключевые слова: верховой лесной пожар, лесной пожар, низовой лесной пожар, прогнозирование, чрезвычайная лесопожарная ситуация.

Yu.V. Podrezov

METHODOLOGICAL FEATURES OF FORECASTING THE DYNAMICS OF THE MAIN TYPES OF FOREST FIRES

An actual analysis of the methodological features of forecasting the dynamics of the main types of forest fires, including crown and grass-roots fires, has been carried out. New necessary conditions for adequate forecasting of the development of various types of forest fires have been substantiated.

Key words: crown forest fire, forest fires, grass-roots forest fire, forecasting, emergency forest fire situation.

Рассуждая об особенностях возникновения и развития лесных пожаров (ЛП), безусловно, необходимо понимать, что один пожар отличается от другого. В лесопирологической литературе и на практике выделяют различные виды ЛП, в зависимости от того, где и как распространяется огонь в лесу и что определяет его поведение [1-5].

Безусловно, с методической точки зрения, проводить классификацию ЛП целесообразно по определённым классификационным признакам (КП), в частности по:

- скорости продвижения кромки пожара;
- ярусам распространения огня;
- интенсивности горения древостоя;
- пожарной опасности погоды;
- ряду других признаков – критериев.

По большинству указанных КП такие классификации пожаров и условий их возникновения, а также их динамики уже существуют – это шкала оценки лесных участков по степени опасности возникновения пожаров, шкала классов пожарной опасности погодных условий, шкала классов горимости лесных насаждений, шкала интенсивности горения при ЛП и ряд других. Существует и достаточное количество шкал, разработанных иностранными учёными. Следует отметить, что и отечественные и зарубежные учёные пытались классифицировать ЛП с различной степенью точности, стремясь её повысить.

Анализ многолетнего опыта борьбы с лесными пожарами и особенностей динамики различных пожаров в лесу позволяет сформулировать в качестве классификационного признака ещё один признак – общности оптимального способа тушения ЛП. Данный признак был сформулирован и обоснован в докторской диссертации и монографиях автора доклада [1, 2].

Действительно, выполненный анализ существующих оптимальных способов и тактики тушения ЛП позволил разработать классификацию лесных пожаров по признаку общности оптимального способа тушения ЛП. Согласно этому классификационному признаку, целесообразно разделить все пожары в лесу на приведённые ниже группы пожаров:

- верховые беглые и устойчивые сильной и средней интенсивности;
- верховые беглые и устойчивые слабой интенсивности;
- верховые пятнистые;
- низовые беглые и устойчивые сильной интенсивности;
- низовые беглые и устойчивые средней интенсивности;
- низовые беглые и устойчивые слабой интенсивности.

С методической точки зрения к особенностям прогнозирования динамики основных видов ЛП следует отнести определённую последовательность действий при организации процесса прогнозирования. В частности, в первую очередь необходимо определится с видом пожара.

По общим классификационным признакам, прежде всего, по ярусу распространения огня выделяют следующие общие виды ЛП:

- верховые;
- низовые;
- лесоторфяные (подстилочные).

Среди верховых пожаров отдельные авторы выделяют пятнистые пожары, которые также как и верховые – распространяются по пологу древостоя, но со значительно большей скоростью (переходят из верховых при сильных приземных ветрах).

В последние годы стали особо выделять в литературе ландшафтные пожары – это природные пожары, которые распространяются по всем ярусам растительного покрова, когда горит и древостой, и кустарники, и лесная подстилка.

Затем целесообразно определится с интенсивностью ЛП, которая характеризует сам процесс горения и влияет на скорость распространения кромки ЛП.

С методической точки зрения важное место при прогнозировании динамики ЛП имеет прогноз погоды рассматриваемого района, который позволит предвидеть возможный класс пожарной опасности погоды на различных интервалах упреждения. От этого зависит и динамика ЛП. Конечно, для распространения пожара имеет большое значение, прежде всего, температура окружающего воздуха. Чем она выше, тем создаются лучшие условия для продвижения огня.

Для прогнозирования динамики пожаров важны данные по наличию или отсутствию осадков на рассматриваемой территории, а также порой необходимы и данные о грозовых разрядах над лесными участками.

В качестве примера можно привести тот факт, что в Турции, где летом 2021 г. российские спасатели с использованием самолётов Бе-200 оказывали помощь в тушении лесных пожаров в гористой местности. Действовавшие очаги пожаров угрожали населению и инфраструктуре, а также отдыху туристов, в том числе россиян. При этом по состоянию на 5 августа 2021 г., только эти самолёты при высоких температурах воздуха – около пятидесяти градусов по Цельсию – смогли летать и выполнять работы по тушению очагов ЛП. Именно высокая температура способствовала высокой динамике пожаров и сложностям в борьбе с ними.

Методически важны для прогнозирования динамики ЛП и лесорастительные условия на пути распространения огня – различные породы деревьев обладают различной влажностью древесины и, соответственно, различной способностью возгорания и поддержания процесса горения. Поэтому необходим учёт указанных условий на пути возможного движения огня.

Основное распространение огня, особенно наиболее часто возникающих и действующих самых многочисленных из всех видов пожаров – низовых пожаров, происходит по лесной подстилке. Именно она является основным проводником горения при таких ЛП. От её влагосодержания во многом зависит возникновение и поддержание горения, и, соответственно, скорость распространения пожара и вероятность перехода его в верховой ЛП или трансформации в чрезвычайную лесопожарную ситуацию (ЧЛС). Поэтому при прогнозировании динамики ЛП целесообразно по возможности (при наличии соответствующих мониторинговых данных) учитывать состав и влажность лесной подстилки.

Определив природные прогнозные характеристики возможных направлений движения, условий и особенностей развития ЛП, необходимо спрогнозировать угрозу населению, его жилым домам и постройкам, а также экономическим и оборонным объектам. Здесь важно учитывать скорость и направление ветра в районах возможного движения кромки пожара.

Разработав прогноз динамики ЛП, его целесообразно применить для прогнозирования в целом лесопожарной обстановки над интересующим районом лесной площади.

Любое прогнозирование используются в дальнейшем для поддержки и обоснования решений, которые далее принимают различные органы управления. Соответственно результаты лесопожарного прогнозирования, базирующиеся, прежде всего, на прогнозировании динамики ЛП используются органами управления Рослесхоза и МЧС России для организации борьбы с лесными пожарами и предотвращения и ликвидации чрезвычайных лесопожарных ситуаций.

Следует также заметить, что прогнозирование динамики ЛП с методической точки зрения отличается от прогнозирования динамики ЧЛС. Действительно, исходя из определения ЧЛС, следует необходимость прогнозирования не только динамики пожаров, но и прогнозирования ущерба как объектам экономики, так и объектам окружающей природной среды. Такое прогнозирование представляет собой совокупность самостоятельных сложных, крупных научных проблем и лежит за рамками данного доклада, частично решённых в докторской диссертации [1,2].

Кроме сказанного выше следует отметить, что для достоверного прогнозирования динамики ЛП основополагающее значение имеет адекватное математическое моделирование. Иначе говоря, каждый вид лесного пожара имеет особенности математического моделирования и описывается, как правило, различными моделями. Поэтому достоверность прогноза определяется, прежде всего, адекватностью каждой математической модели, описывающей динамику каждого вида пожара. Важно понимать, что качество прогноза динамики пожара определяется адекватностью самой модели.

Но следует отметить, что в целом на достоверность прогноза динамики пожаров существенным образом влияет и качество мониторинговых данных – исходных данных, используемых при проведении расчётов по разработанным и используемым математическим моделям.

Поэтому при прогнозировании динамики ЛП важно учитывать возможности мониторинговых сетей по сбору данных, необходимых для моделирования и расчётов. Из сказанного следует, что не все разработанные отечественными и зарубежными учёными математические модели, описывающие динамику ЛП, имеют прикладное значение и пригодны для использования в практике лесопожарного прогнозирования и борьбы с лесными пожарами, так как не могут быть обеспечены необходимыми исходными данными для расчётов из-за ограниченности возможностей ряда мониторинговых сетей. Но многие из них полезны с точки зрения понимания физики процессов, организации и осуществления обучения в лесопирологической области.

Следует также отметить, что сложность использования данных мониторинговых сетей и развития самих указанных сетей во многом связаны с их ведомственной разобщённостью, иначе говоря, различные сети принадлежат различным ведомствам России.

Так данные по погодным условиям подразделения МЧС России и Рослесхоза получают от Росгидромета. Имеется возможность их получения в оперативном режиме.

Данные по лесорастительным условиям, горимости лесов, особенностям и породному составу древостоя и ряду других характеристик лесов имеются в Рослесхозе.

Таким образом для развития системы прогнозирования динамики ЛП и в целом системы лесопожарного прогнозирования необходимо развивать математическое моделирование лесных пожаров различных видов в аспекте повышения его точности, а также совершенствовать системы мониторинга в аспекте расширения количества собираемых мониторинговых данных, необходимых для прогнозирования.

Литература

1. Подрезов Ю.В. Методологические основы прогнозирования динамики и последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций: дис. ... д-ра сельхоз. наук: 06.03.03. М.: Московский государственный университет леса, 2005. 394 с.
2. Подрезов Ю.В. Методологические основы прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 2000. Вып. 3.
3. Подрезов Ю.В., Шахраманьян М.А. Методологические основы прогнозирования последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций: монография. М.: ВНИИ ГОЧС, 2001. 246 с.
4. Подрезов Ю.В. Анализ основных климатических изменений на Земле и возможные их последствия // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2012. Вып. 2. С. 90-96.
5. Подрезов Ю.В. Особенности и перспективные способы и технологии борьбы с лесными пожарами – источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций // Технологии гражданской безопасности. 2021. № 1. С. 36-39.

Ю.В. Подрезов

ОСОБЕННОСТИ УЧЁТА МЕТЕОУСЛОВИЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДИНАМИКИ ИСТОЧНИКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЛЕСОПОЖАРНЫХ СИТУАЦИЙ

Выполнен актуальный комплексный анализ особенностей учёта метеоусловий при прогнозировании динамики источников чрезвычайных лесопожарных ситуаций и возможности их коррекции с использованием новых современных экологически чистых технологий.

Ключевые слова: атмосфера, активные воздействия на атмосферные процессы, лесные пожары, прогнозирование.

Yu.V. Podrezov

FEATURES OF TAKING INTO ACCOUNT WEATHER CONDITIONS WHEN PREDICTING THE DYNAMICS OF SOURCES OF EMERGENCY FOREST FIRE SITUATIONS

An actual comprehensive analysis of the peculiarities of accounting for meteorological conditions in predicting the dynamics of sources of emergency forest fire situations and the possibility of their correction using new modern environmentally friendly technologies has been carried out.

Key words: atmosphere, active effects on atmospheric processes, forest fires, forecasting.

В соответствии с нормативной и правовой базой Российской Федерации, в частности с ГОСТ Р 22.1.09-99 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования" к источнику чрезвычайной лесопожарной ситуации (ЧЛС) относят лесной пожар (ЛП).

Анализ статистики ЧЛС и ЛП, а также литературных источников, посвящённых лесопирологической проблематике, свидетельствует о том, что основным фактором, влияющим на возникновение и развитие источников ЧЛС, является метеоусловия [1-5].

Действительно, для того чтобы возник лесной пожар необходимо наличие "подсушенного" лесного горючего материала, способного к возгоранию и поддержанию процесса горения. Такая ситуация складывается на лесной площади, когда над определённым её участком наблюдаются сухие жаркие метеоусловия без осадков. Именно при таких условиях и возникают ЛП. При этом важно понимать, что лесные пожары нередко перерастают в крупные лесные пожары. К крупным лесным пожарам относят пожары, действующие на площади более 25 га – для лесов с наземной охраной

от пожаров и более 200 га – при авиационной охране лесов. Лесные пожары перерастают в крупные тогда, когда сухая и жаркая (имеются ввиду высокие температуры атмосферного воздуха) погода стоит на определённой лесной площади длительное время – например, 10-15 суток и более. Это характерно для территорий, где устанавливаются антициклоны.

Следует отметить, что прогнозирование метеоусловий имеет существенное значение для населения, его жизнедеятельности, а также для функционирования различных объектов экономики Российской Федерации. В России и в большинстве зарубежных государств, особенно тех, где имеются большие площади лесов, и, соответственно, вопрос обеспечения лесопожарной безопасности стоит особенно остро, большое внимание уделяется вопросам прогнозирования погодных условий.

В целом в процессе функционирования и в интересах развития РСЧС, в том числе научно-методического обеспечения работ в области РСЧС, прогнозирование метеоусловий необходимо не только для прогнозирования лесопожарной обстановки и её последствий, но и для оперативного предупреждения и для эффективной борьбы с ЧС природного и техногенного характера.

Предупреждением и борьбой с лесными пожарами, согласно требованиям нормативной и правовой базы России должен заниматься Рослесхоз, его подразделения на местах, включая базы авиационной охраны лесов, а также арендаторы лесных участков. При этом, когда лесной пожар приобретает масштабы чрезвычайной лесопожарной ситуации к борьбе с ним подключается МЧС России и его подразделения в субъектах Российской Федерации и на местах.

Организуя тушение лесных пожаров Рослесхоз и МЧС России должны ежедневно иметь мониторинговую информацию о метеоусловиях, прежде всего, в наиболее горимых в лесопожарном отношении регионах страны. Подразделения Рослесхоза и МЧС России в субъектах страны и на местах должны получать более детальную мониторинговую и прогнозную информацию о пожарной опасности метеоусловий для "своих" территорий.

По мнению ряда отечественных и зарубежных учёных в течение нескольких десятилетий отмечаются и фиксируются на Земле определённые изменения климата, которые связывают в целом с его потеплением [2].

И, соответственно, предполагается увеличение лесопожарной опасности и количества лесных пожаров во всех странах, прежде всего тех, где имеются большие площади лесов.

Все это говорит о возрастании роли прогнозов метеоусловий для прогнозирования лесопожарной опасности при организации борьбы с ЛП и ЧЛС.

Поставщиком такой информации для Рослесхоза и МЧС России в Российской Федерации и, соответственно, органом уполномоченным государством на мониторинг погодных условий и их прогнозирование российским законодательством определён Росгидромет и его подразделения в субъектах России и на местах [1, 2].

При прогнозировании погоды над различными районами страны возникает ряд проблемных аспектов. Наиболее сложным в прогнозировании метеоусловий является создание или выбор адекватной математической модели формирования погодных условий. Прогноз погоды является вероятностным процессом. Действительно, при указанном прогнозировании необходимо учитывать множество характеристик – параметров для района прогнозирования: динамику влаги в атмосфере, скорость и направление ветров в различных слоях атмосферы, рельеф местности, состав почвенного покрова и многое другое. Наиболее достоверное, точное и адекватное моделирование погоды над заданными районами лесной площади позволит давать наиболее достоверные прогнозы лесопожарной обстановки над указанными районами, что в свою очередь позволит более эффективно и результативно бороться с лесными пожарами и не допускать их перерастания в ЧЛС.

Вернёмся к прогнозированию метеоусловий. С математической точки зрения процесс прогнозирования погоды связан с прогнозированием большого набора значащих переменных, число которых более ста. Иначе говоря, имеем дело с многофакторными стохастическими процессами. А, современная электронно-вычислительная техника позволяет решать прогнозные задачи максимум с четырьмя значащими переменными и то не всегда.

Исходя из подобных рассуждений вытекает необходимость поиска возможностей для регулирования погодных условий над определёнными или заданными участками лесной площади в целях снижения пожарной опасности погодных условий, недопущения возникновения возгораний и лесных пожаров, а также перерастания ЛП в ЧЛС. Эта важная проблема долгое время не имела своего эффективного решения как с точки зрения метода и способа реализации, так и с точки зрения нужной технологии.

Однако методы, способы и технологии снижения пожарной опасности погодных условий, предполагающие и приводящие к снижению класса пожарной опасности погодных условий (КПО) были разработаны учёными ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) в конце девяностых годов прошлого – начале двадцать первого века и основаны на применении специальных ионизаторов атмосферного воздуха типа "ГИОНК". Данные технологии позволяют над заданным районом лесной площади снижать КПО до первого (отсутствие пожарной опасности) за счёт увлажнения лесного горючего материала искусственными осадками и приведения его в непригодное для возгорания состояние. При этом чтобы привести ЛГМ в состояние, пригодное для возгорания, необходимо ощутимое время для его подсушивания. А это приблизительно 5-10 суток и более – в зависимости от температуры окружающего воздуха и отсутствия осадков.

Наглядным примером снижения КПО с пятого до первого является проведение натурального эксперимента в городе Крымске Краснодарского края в июне 2003 г. Более полутора месяцев над Крымском и Крымским районом не было дождей. Почва на земле имела полуметровые и более трещины.

Задачей эксперимента было инициирование осадков в виде дождя над указанной территорией в течение до трёх суток после начала работ. В период с 17 июня по 22 июня вследствие применения технологии снижения КПО с использованием специальных ионизаторов над районом экспериментальных работ выпало более шестнадцати миллиметров осадков. Цель работ была достигнута.

В соответствующем Протоколе¹, подписанном руководством администрации города Крымска, руководством районных служб Росгидромета и Рослесхоза, а также участниками, проводившими эксперимент от МЧС России, данный факт был зафиксирован.

Аналогичные натурные эксперименты проводились в различных регионах России, а также в Республике Армения в 2004 г. В частности, в Армении эксперименты проводились по приглашению Управления по чрезвычайным ситуациям Правительства Армении (аналог российского МЧС). В республике над городом Ереван на начало эксперимента 12 апреля была

¹ Протокол проведения натуральных экспериментов с использованием мобильного комплекса по снижению класса пожарной опасности погодных условий на базе ионного генератора в период с 17 по 22 июня 2003 года (эксперимент проводился специалистами ФЦ ВНИИ ГОЧС на территории метеостанции г. Крымска Краснодарского края)

солнечная безоблачная погода без осадков. Целью работ было создание облачности и инициирование осадков в виде дождя над городом. Результат в виде дождя (16-18 мм) над городом и его окрестностями был достигнут через двое суток.

Подтверждением факта достижения целей работ является Протокол² проведения эксперимента, подписанный руководством Управления по чрезвычайным ситуациям при Правительстве Республики Армения, руководителями Армгидромета и Службы активных воздействий Республики Армения и другими ответственными лицами, а также руководителями эксперимента от вышеназванного института МЧС России.

Таким образом можно сделать вывод о том, что пожарная опасность погоды в лесах существенным образом влияет на лесопожарную обстановку, но современные технологии коррекции метеобстановки позволяют заметно менять метеоситуацию в направлении уменьшения количества возгораний и перерастания их в ЛП и ЧЛС.

В качестве направлений дальнейших исследований целесообразно рассматривать совершенствование технологии управления опасными атмосферными процессами на базе электрофизических методов воздействия на указанные процессы, предполагается расширение возможностей технологий на все виды природных опасностей, характерных для территории Российской Федерации.

Литература

1. Подрезов Ю.В. Анализ основных климатических изменений на Земле и возможные их последствия // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2012. Вып. 2. С. 90-96.
2. Подрезов Ю.В. Особенности воздействия на метеоусловия с использованием химреагентов в интересах предупреждения чрезвычайных ситуаций природного характера // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2018. № 3. С. 50-57.
3. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 773 с.
4. Патент № 2280508. Российская Федерация, МПК В03С 3/00. Система экологической очистки атмосферного воздуха: опубл. 27.07.2006 / Шахраманьян М.А., Подрезов Ю.В., Кудинов С.М. 6 с.
5. Патент № 2218750 Российская Федерация, МПК А 01 G 15/00. Способ управления атмосферными процессами: опубл. 20.12.2003 / Шахраманьян М.А., Подрезов Ю.В. 6 с.

² Протокол проведения рекогносцировочных и натурных экспериментальных работ по снижению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на территории Республики Армения с использованием электрофизических методов коррекции погодных условий на базе ионизаторов воздуха типа "ГИОНК" в период с 9 по 17 апреля 2004 года (эксперимент проводился специалистами ФЦ ВНИИ ГОЧС на территории Республики Армения)

М.П. Григорьева, С.С. Михайлова
ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ
НА ТЕРРИТОРИИ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлены результаты оценки интегральных пожарных рисков на территории Московской области за 2019-2020 гг. Проведенное исследование выполнено на основе репрезентативного статистического массива данных о пожарах и их последствиях на территории муниципальных образований Московской области. В качестве теоретической и методологической основы применена теория интегральных пожарных рисков сложных социально-экономических систем (городов и территорий).

Ключевые слова: интегральные пожарные риски, пожарная статистика.

M.P. Grigoryeva, S.S. Mikhaylova
ASSESSMENT OF INTEGRAL FIRE RISKS
IN THE MOSCOW REGION

The article presents the results of the assessment of integral fire risks in the Moscow region for 2019-2020. This research was carried out on the basis of a representative statistical data on fires and their consequences on the territory of Moscow region municipalities. The theory of integral fire risks of complex socio-economic systems (cities and territories) is concerned as a theoretical and methodological basis.

Key words: integral fire risks, fire statistics.

Принятие управленческого решения в сфере пожарной безопасности городов и территорий сложный многоуровневый процесс, который нуждается в достоверной исходной информации об объекте исследования и методологии оценки его уровня пожарной опасности.

Теория интегральных пожарных рисков на сегодняшний день является универсальной методологией, которая может быть применена для определения факторов, влияющих на пожарную обстановку города или территории [1-3].

Таким образом, для исследования уровня пожарной опасности муниципальных образований Московской области была применена теория интегральных пожарных рисков, разработанная в России в 1990-х годах и получившая признание во всём мире.

В настоящей статье используются следующие виды интегральных пожарных рисков:

R_1 - риск для человека оказаться в условиях пожара в единицу времени, $\left[\frac{\text{пожар}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right] \times 10^3$;

R_2 - риск для человека погибнуть при пожаре, $\left[\frac{\text{жертва}}{\text{пожар}} \right] \times 10^2$;

R_3 - риск для человека погибнуть от пожара в единицу времени, $\left[\frac{\text{жертва}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right] \times 10^5$.

За единицу времени принимается календарный год.

Объект исследования, Московская область – субъект Российской Федерации, входит в состав Центрального федерального округа.

В Московской области наблюдается устойчивый рост населения (так, с 2005 года по 2012 прирост составил 10,5%). Смертность в Московской области превышает рождаемость, однако в последние годы естественная убыль населения снижается.

Число муниципальных образований Московской области составляет: районы – 14; города областного подчинения – 46; посёлки городского типа областного подчинения – 2; закрытые административно–территориальные образования – 5. Помимо этого выделены районы и поселения в количестве: муниципальные районы – 14; сельские поселения – 78; городские поселения – 61; городские округа – 52 (по состоянию на 10 апреля 2021 года).

В табл. 1 представлены статистические данные по пожарам и их последствиям в 2019-2020 гг. на территории 55 муниципальных образований Московской области.

Таблица 1

Основные параметры обстановки с пожарами на территории Московской области

№ п/п	Наименование муниципальных образований	Численность населения, тыс чел. (среднее значение)	Пожары		Гибель		Травмы		Материальный ущерб, млн руб.	
			2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
1	Балашиха	507,366	493	362	6	16	9	6	20,68	14,22
2	Богородский	211,502	764	573	14	15	11	10	24,71	22,35
3	Бронницы	22,531	67	46	2	1	0	0	2,32	1,96
4	Волоколамский	40,245	705	554	11	6	7	4	30,11	21,57
5	Воскресенск	92,196	1001	833	9	10	5	10	31,91	26,47
6	Дзержинский	52,797	95	73	1	1	2	1	3,14	2,84
7	Дмитровский	165,081	1118	902	13	11	15	7	43,42	40,42
8	Долгопрудный	117,778	303	158	3	1	3	3	9,35	5,12
9	Домодедово	182,028	599	428	6	8	13	5	23,02	16,46
10	Дубна	74,499	142	102	3	1	4	1	6,02	3,4
11	Егорьевск	105,569	513	445	11	11	8	4	20,91	18,01
12	Жуковский	107,558	179	131	6	2	3	4	5,77	4,82
13	Зарайск	22,772	361	315	1	4	4	0	10,84	10,16
14	Истра	35,191	892	795	14	11	14	13	34,05	31,61
15	Кашира	62,410	507	412	6	6	3	3	19,43	12,55
16	Клин	79,715	698	576	12	7	6	11	31,15	25,91
17	Коломенский	181,230	1006	888	12	15	17	8	43,7	38,91
18	Королёв	225,299	250	203	7	3	13	10	9,92	8,63
19	Котельники	50,723	49	39	1	2	2	0	1,51	1,25
20	Красногорск	175,554	407	362	4	17	6	21	18,05	13,77
21	Ленинский	179,259	457	410	6	2	7	6	16,65	13,58
22	Лобня	74,350	110	47	5	3	1	0	3,43	1,42
23	Лосино-Петровский	47,827	149	133	3	3	4	0	6,36	4,78
24	Лотошино	10,334	214	137	2	1	1	3	7,61	4,58
25	Луховицы	58,648	464	556	4	4	9	9	14,36	19,37
26	Лыткарино	59,937	112	99	3	0	4	3	4,77	3,46

№ п/п	Наименование муниципальных образований	Численность населения, тыс чел. (среднее значение)	Пожары		Гибель		Травмы		Материальный ущерб, млн руб.	
			2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
27	Люберцы	208,397	538	410	8	8	13	13	16,31	17,27
28	Можайский	70,869	596	489	6	12	3	5	19,57	16,86
29	Мытищи	272,817	595	556	21	6	25	11	22,73	23,54
30	Наро-Фоминский	173,651	675	658	11	3	9	8	23,28	20,94
31	Одинцовский	333,306	687	635	11	12	19	11	24,76	28,15
32	Орехово-Зуевский	231,575	1180	898	21	14	31	7	47,34	31,75
33	Павловский Посад	62,718	540	421	6	9	4	4	16,97	17,99
34	Подольск	332,841	893	763	10	13	13	14	39,89	32,95
35	Протвино	35,367	74	42	0	0	0	0	2,4	1,87
36	Пушкинский	176,546	860	594	15	12	16	6	33,61	23,06
37	Пушино	20,696	52	32	0	1	0	0	1,84	0,99
38	Раменский	305,988	1634	1474	24	39	17	19	49,71	54,1
39	Реутов	108,000	78	74	1	2	7	1	2,84	2,97
40	Рузский	62,845	517	430	5	6	0	1	19,09	14,39
41	Сергиево-Посадский	214,155	1106	811	27	13	28	21	40,58	30,19
42	Серебряные Пруды	23,895	252	198	1	8	1	1	7,77	8,54
43	Серпухов	160,932	871	706	12	16	12	16	29,1	25,17
44	Солнечногорск	49,389	763	668	9	8	15	20	33,16	25,66
45	Ступино	65,660	553	526	12	12	8	13	24,51	17,73
46	Талдомский	47,029	259	187	6	6	5	2	10,65	6,67
47	Фрязино	58,942	76	60	0	0	7	1	2,65	2,43
48	Химки	257,757	312	211	7	8	8	2	10,39	9,39
49	Черноголовка	21,288	71	49	4	3	3	0	2,76	1,94
50	Чехов	71,077	696	625	9	12	7	19	22,38	25,89
51	Шатура	86,792	675	566	9	12	5	4	29,61	21,77
52	Шаховская	25,559	334	272	1	2	2	2	10,61	11,01
53	Щелково	190,409	685	474	10	6	15	8	21,28	18,86
54	Электрогорск	22,653	114	79	1	1	0	0	4,52	3,45
55	Электросталь	152,607	325	246	5	4	6	10	9,83	10,25
Всего			27666	22733	417	409	450	361	1038,31	866,88

Анализ приведённых выше статистических данных и отдельных документов ГУ МЧС России по Московской области позволяет сделать вывод о том, что на территории Московской области ежедневно происходит 62 пожара, из них 17 – пожары в жилом секторе. При пожарах погибает или получает травмы различной степени тяжести в среднем 1 человек, огнём уничтожается 9 строений жилого сектора, 321 м² жилой площади, при этом, установленный материальный ущерб достигает 1,4 млн рублей.

Расчет интегральных пожарных рисков на территории Московской области проводился на основе статистических данных о пожарах за каждый год с определением средних показателей за 2019-2020 гг.

Распределение интегральных пожарных рисков возникновения пожаров и их последствий представлены на рис. 1-3.

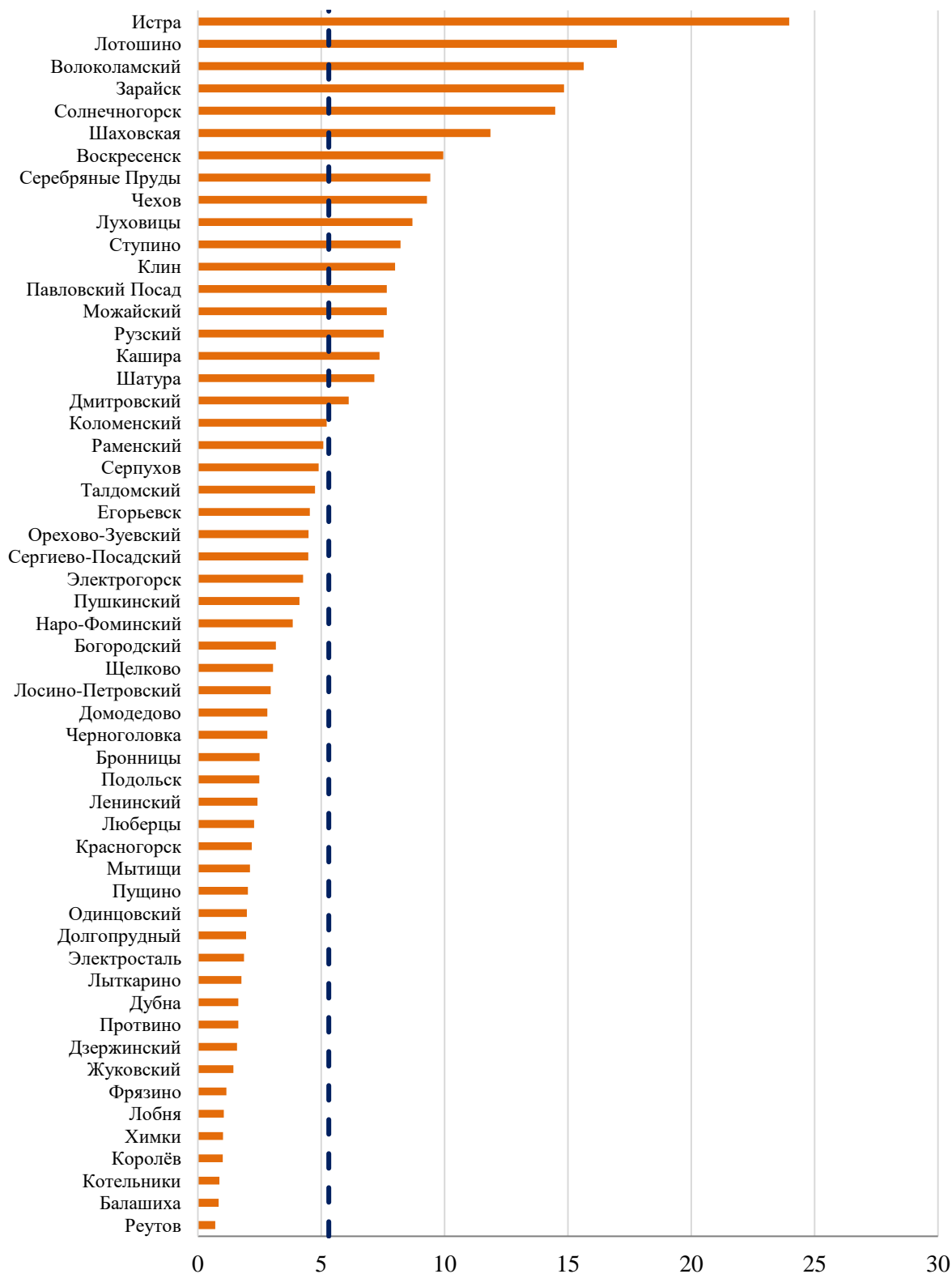


Рис. 1. Распределение средних значений интегрального пожарного риска R_1 на территории Московской области за 2019-2020 гг.

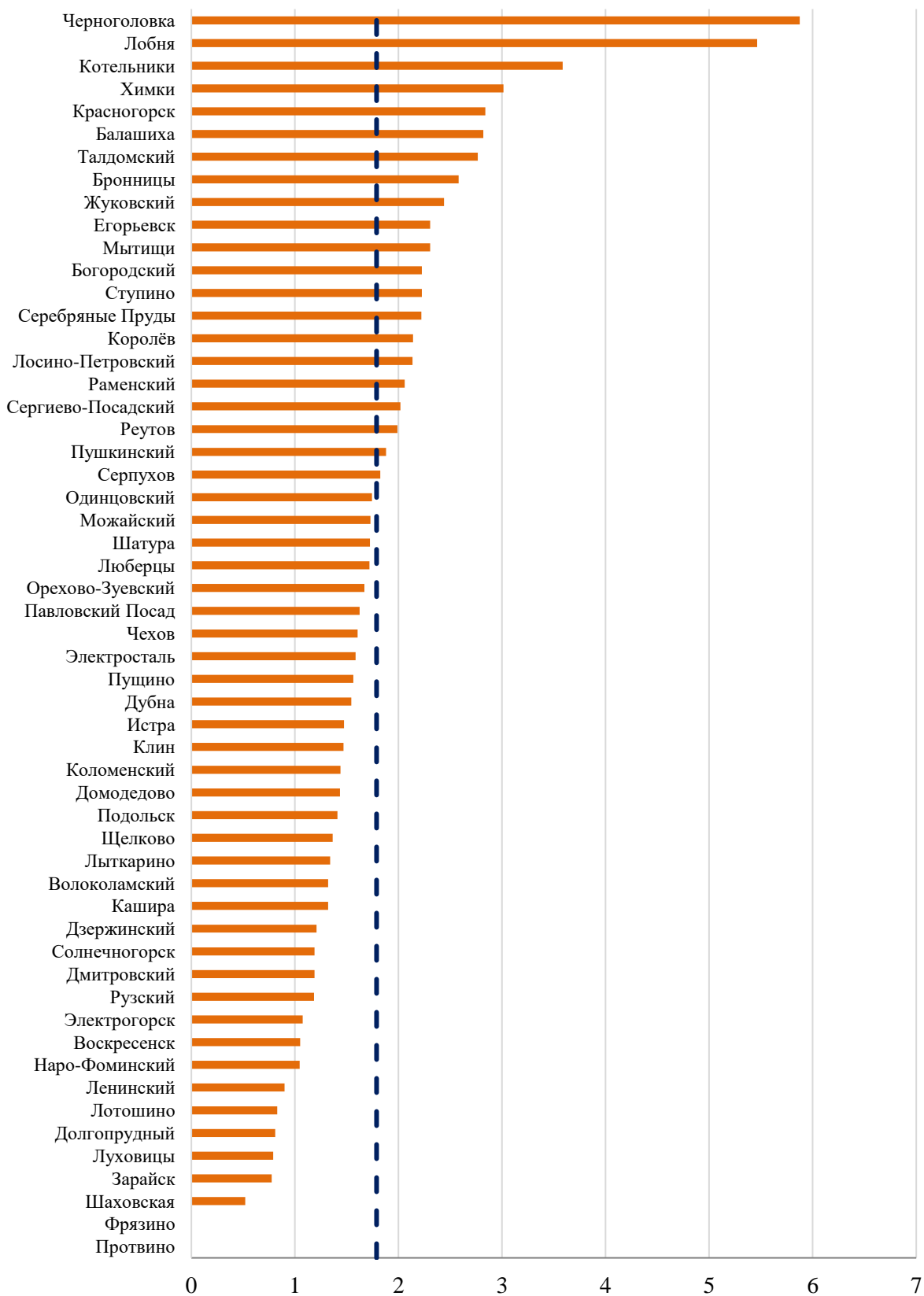


Рис. 2. Распределение средних значений интегрального пожарного риска R_2 на территории Московской области за 2019-2020 гг.

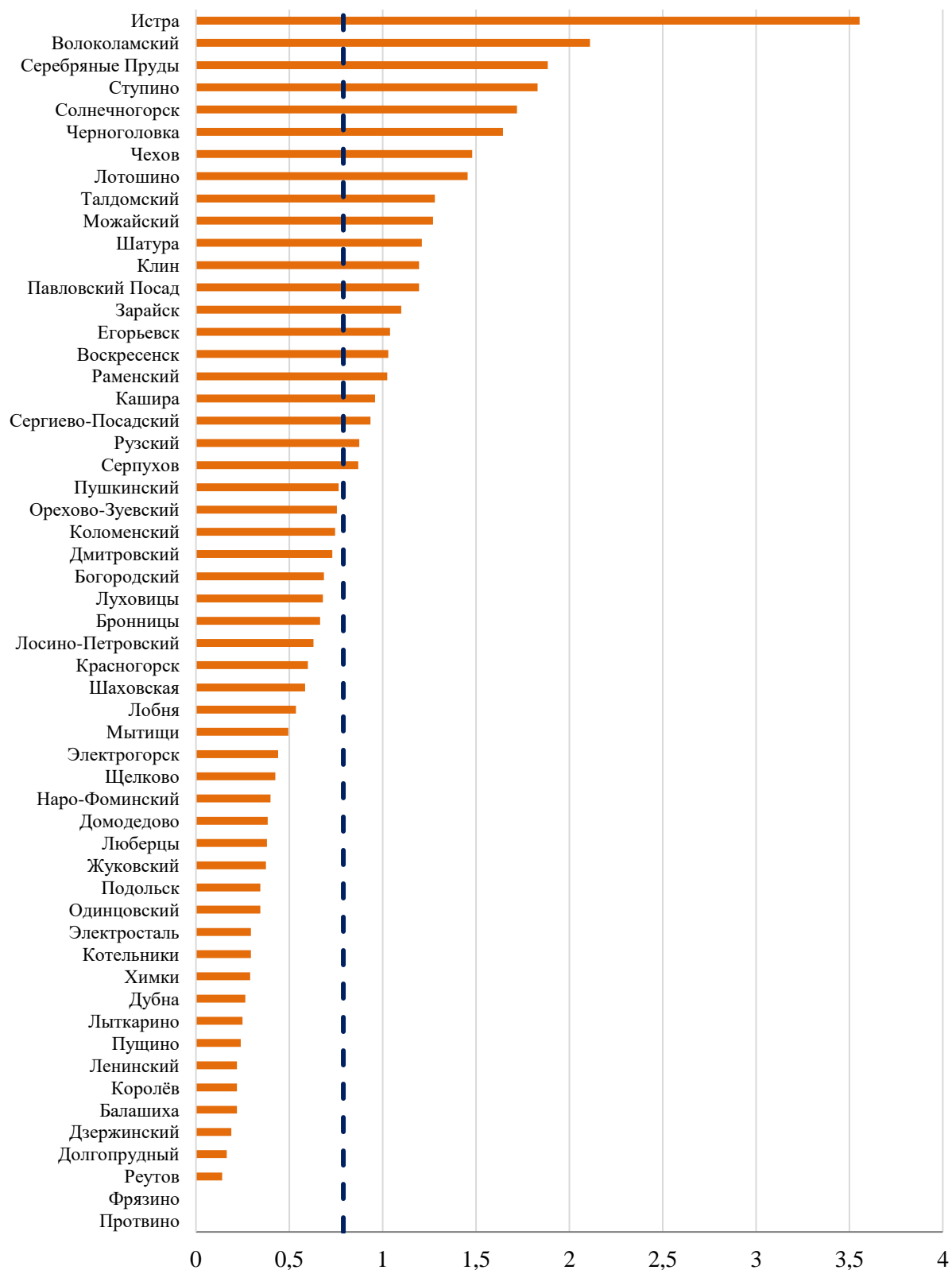


Рис. 3. Распределение средних значений интегрального пожарного риска R_3 на территории Московской области за 2019-2020 гг.

По результатам анализа статистических данных и оценки интегральных пожарных рисков установлен ряд муниципальных образований Московской области, в которых обнаружены высокие значения показателей пожарных рисков.

В табл. 2 представлен перечень муниципальных образований Московской области в порядке убывания показателя пожарного риска. Тем самым, подобный ранжированный ряд позволяет нам выделить элементы, требующие более тщательного осмысления уже на первом этапе обработки данных.

Таблица 2

Ранжированный ряд распределения интегральных пожарных рисков муниципальных образований Московской области за период 2019-2020 гг.

№ п/п	$R_1, \left[\frac{\text{пожар}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right]$	$R_2, \left[\frac{\text{жертва}}{\text{пожар}} \right]$	$R_3, \left[\frac{\text{жертва}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right]$
1	Истра	Черноголовка	Истра
2	Лотошино	Лобня	Волоколамский
3	Волоколамский	Котельники	Серебряные Пруды
4	Зарайск	Химки	Ступино
5	Солнечногорск	Красногорск	Солнечногорск

Из числа анализируемых поселений наибольшие значения пожарных рисков (R_1, R_2, R_3) пришлись на муниципальные образования Истра, Черноголовка, Лотошино, Лобня, р-н Волоколамский.

По результатам исследования установлено, что минимальный уровень пожарной опасности по значениям интегральных пожарных рисков в 2019-2020 гг. наблюдался в следующих муниципальных образованиях Московской области: Реутов, Фрязино, Балашиха, Протвино.

К наиболее пожароопасному району Московской области по результатам проведенного исследования следует отнести г. Истру. В данном муниципальном образовании обнаруживаются самые высокие показатели пожарных рисков, характеризующих вероятность человека столкнуться с пожаром (24 человека на каждую 1000 чел.) и погибнуть при нём в течение года (каждый четвертый человек, проходящийся на 10 тыс чел. населения).

Дальнейшее исследование должно включать подробный причинно-следственный анализ факторов, влияющих на изменение уровня пожарной опасности в муниципальных образованиях, обладающими высокими значениями показателей пожарных рисков (комплексное исследование организации и управления пожарной безопасностью, исследование элементов системы обеспечения пожарной безопасности субъекта). Также авторам представляется интересным сравнить полученные значения с результатами подобных исследований в других субъектах России.

Литература

1. Брушлинский Н.Н. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование / Под ред. Н.Н. Брушлинского, Ю.Н. Шебеко. М.: ВНИИПО МЧС России, 2007. 370 с.
2. Брушлинский Н.Н., Глуховенко Ю.М., Коробко В.Б., Соколов С.В., Вагнер П., Лупанов С.А., Клепко Е.А. Пожарные риски. Вып. 1. Основные понятия / Под ред. Н.Н. Брушлинского. М., 2004.
3. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Клепко Е.А. Основы теории пожарных рисков и её приложения. М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. 82 с.
4. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Алехин Е.М., Коломиец Ю.И. Научно-практические основы организации территориальных подразделений противопожарной службы в России (общие вопросы). М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. 58 с.

О.Н. Апанасюк, А.М. Скоробогатов

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-АКЦИЙ ПО ИЗМЕРЕНИЮ РАДИАЦИОННОГО ФОНА В МЕСТАХ ПРЕБЫВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Описан опыт практического обучения студентов и школьников старших классов с помощью Интернет-акций методам оценки радиационного фона в окружающей их среде – на радиоактивно загрязнённых территориях Брянской, Тульской и Челябинской областей. Выполнен анализ результатов проведённых занятий по измерению мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на территории их проживания. Главное, что молодые люди сами пришли к выводу: "Радиационная обстановка – безопасная!".

Ключевые слова: радиационная безопасность, радиационный фон, информирование населения, интерактивные методы обучения студентов и школьников, информационно-разъяснительная работа.

O.N. Apanasyuk, A.M. Skorobogatov

EXPERIENCE IN CONDUCTING INTERNET ACTIONS TO MEASURE BACKGROUND RADIATION IN PLACES WHERE THE POPULATION STAYS IN RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREAS

The experience of practical training of students and high school students with the help of Internet actions on methods of assessing the radiation background in their environment – in radioactively contaminated areas of the Bryansk, Tula and Chelyabinsk regions is described. The analysis of the results of the conducted classes on measuring the ambient equivalent rate of the dose of gamma radiation in the territory of their residence was carried out. The main thing is that young people themselves came to the conclusion: "The radiation situation is safe!".

Key words: radiation safety, radiation background, informing the population, interactive teaching methods for students and schoolchildren, outreach.

Введение

В Российской Федерации более 1,6 млн человек подверглись воздействию радиации в результате радиационных аварий и катастроф. Наиболее опасными признаются радиационные аварии на Чернобыльской атомной электростанции (АЭС) (1986 год, Украина) и на Урале (1949-1957 годы, Челябинская область), вследствие которых произошли массовые выбросы/сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду.

Аварийные события в связи с особым режимом работ на радиационно-опасных объектах либо полностью замалчивались (радиационная обстановка на ПО "Маяк", Челябинская область), либо освещались в цензурированном виде (катастрофа на Чернобыльской АЭС), содержавших путаницу, обусловленную неполнотой и временной неувязкой информации. Результат – недоверие значительной части граждан, проживающих на подвергшихся радиоактивному загрязнению территориях (РЗТ), к информации от органов исполнительной власти всех уровней и официальных СМИ (федеральных, региональных) по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения.

В целях снижения социальной напряжённости и повышения уровня информированности граждан, проживающих на РЗТ, в рамках федеральной целевой программы "Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года" была разработана и создана межведомственная информационная система по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и проблемам преодоления последствий радиационных аварий (МИС) [1], на базе которой в 2011 году создан Интернет-портал "Радиационная безопасность населения Российской Федерации" (далее – Интернет-портал) – <http://rb.mchs.gov.ru> (не поддерживается с 2019 года³ из-за отсутствия финансирования со стороны МЧС России).

Для решения задач повышения эффективности информирования населения по проблеме радиационной безопасности были организованы тематические интернет-акции "Радиационный фон в местах пребывания населения" (далее – Интернет-акции) с участием жителей населённых пунктов, проживающих в зонах радиоактивного загрязнения в Брянской, Тульской и Челябинской областях. За фокус-группу принята когорта населения – молодёжь, из которой выделены наиболее активные пользователи Интернет-ресурсов – учащиеся старших классов средних учебных заведений, колледжей и студенты первых курсов университетов.

Технологически процесс проведения Интернет-акций был разбит и осуществлялся в 7 этапов (рис. 1).

На первом этапе было разработано методическое пособие⁴ с участием специалистов филиала Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского (БГУ) в г. Новозыбкове и Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук (ИБРАЭ РАН) [2]. На втором этапе проведены тренинги преподавателей вузов, которые участвовали в организации мероприятий. На третьем этапе преподаватели провели обучение студентов в рамках программы "Основы безопасности жизнедеятельности" (ОБЖ). На четвёртом этапе студенты

³ Интернет-портал "Радиационная безопасность населения Российской Федерации" (архивная версия). <https://web.archive.org/web/20170610052311/http://rb.mchs.gov.ru/>

⁴ Методическое пособие "Организация мероприятий по измерению радиационного фона в местах пребывания населения". Москва-Новозыбков, 2013, 43 с. <https://filling-form.ru/turizm/65607/index.html>

провели учебно-практические занятия со школьниками по методам измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения на территории их проживания и его оценки с точки зрения радиационной безопасности [2-5]. На пятом этапе школьники под руководством студентов и наблюдением преподавателей проводили полевые измерения МАЭД над целинными, асфальтированными и песчаными участками территории населённых пунктов на высоте 1 м, а также в жилых зданиях дозиметрами типа ДРГ-03Д "Грач", РАДЭКС РД1503 (в Тульской области) и приборами фирмы "Терра" (в Челябинской области). Результаты измерений (2-3 замера для каждой выбранной точки) заносились в специально разработанные карты измерений МАЭД с краткой характеристикой территории (участка почвы). Данные с карт передавались экспертам (НПО "Тайфун" и ИБРАЭ РАН), анализировались и сохранялись в базе данных МИС [1] Интернет-портала (этап 6, см. рис. 1). На седьмом этапе через Интернет-портал (раздел: "Информационно-обучающие мероприятия") были проведены в онлайн-режиме семинары [2] с участием школьников, студентов, преподавателей и экспертов (МЧС России, ИБРАЭ РАН, НПО "Тайфун") по вопросам безопасного проживания в зонах радиоактивного загрязнения и проблемам преодоления последствий радиационных аварий, на которых школьники презентовали результаты своих измерений.

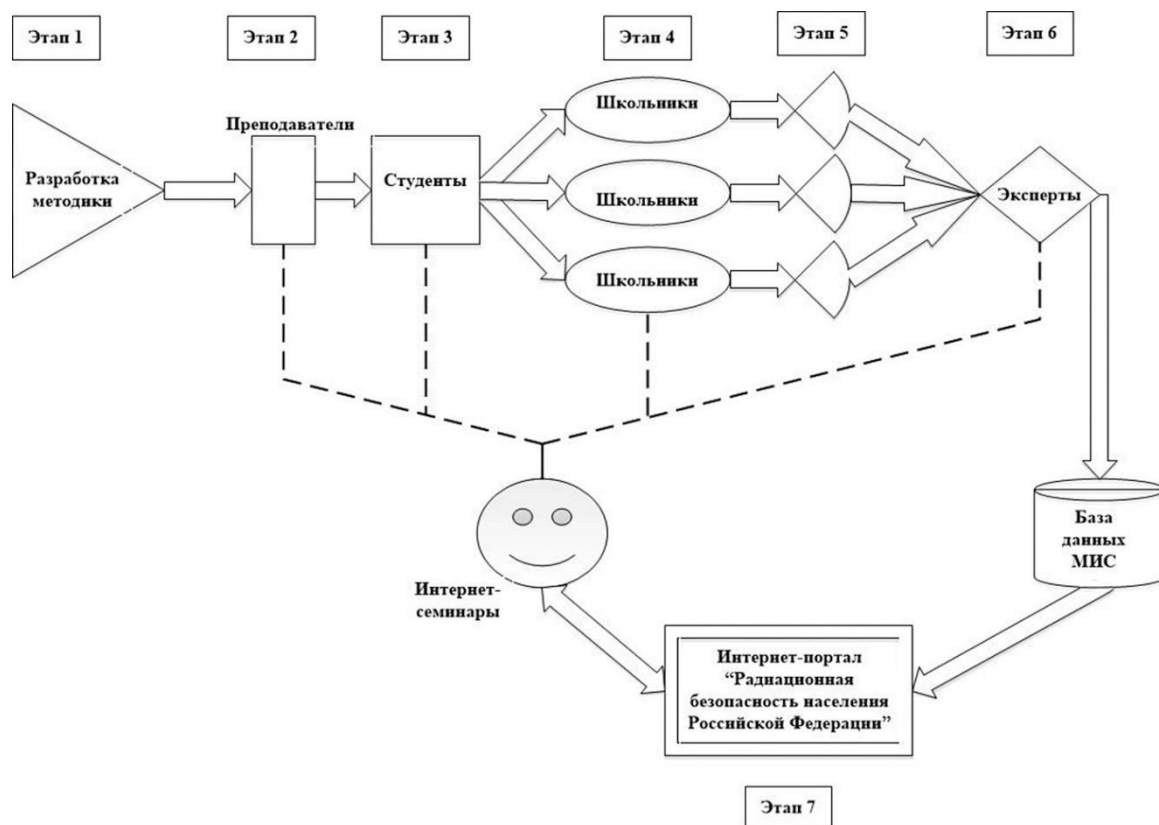


Рис. 1. Процесс проведения Интернет-акции "Радиационный фон в местах пребывания населения"

Интернет-акции в Брянской области

Интернет-акции [2, 4] проводились на территории юго-западных районов Брянской области под руководством преподавателей ОБЖ с участием специалистов филиала БГУ в г. Новозыбкове.

В 2011 году измерения МАЭД проводились в 364 населённых пунктах Брянской области: г. Новозыбков и Новозыбковский р-н; Климовский р-н; г. Клинцы и Клиновский р-н; Красногорский р-н. В учебно-практических занятиях приняли участие 74 учащихся, в практической работе по измерению МАЭД – 59 учащихся. Всего было обучено 177 учащихся старших классов средних общеобразовательных школ (СОШ) и 42 студента старших курсов. В каждом населённом пункте, в зависимости от его площади, выбрано от 10 до 28 точек. Всего проведено замеров МАЭД в 104 точках.

В 2012 году проведено измерение МАЭД на территории 12 населённых пунктов: Новозыбковский р-н (г. Новозыбков, с. Замишево, х. Величка, с. Несвоевка); Злынковский р-н (г. Злынка, с. Б. Щербиничи, с. Спиридонова Буда); Климовский р-н (пгт. Климово, с. Воробьевка); г. Красная Гора; Клиновский р-н (г. Клинцы, п. 1 Мая). Занятия для учащихся проводились в 7 населённых пунктах: г. Новозыбков, с. Замишево, г. Злынка, с. Спиридонова Буда, пгт. Климово, г. Клинцы, п. Первое Мая. В учебно-практических занятиях приняли участие 204 человека, в том числе. 156 школьников и 42 – студента филиала БГУ в г. Новозыбкове.

В 2013 году охвачено занятиями 40 студентов, 84 школьника и 7 преподавателей школ. Были проведены измерения МАЭД в 120 точках в подворьях 13 населённых пунктов: Новозыбковский р-н (г. Новозыбков, с. Перевоз, с. Деменка, п. Карна, с. Старые Бобовичи, п. Ясная Поляна, с. Новое Место); Злынковский р-н (п. Вышков, п. Софиевка); Климовский р-н (пгт. Климово, с. Новый Ропск, с. Лакомая Буда); Гордеевский р-н (с. Стругова Буда).

В 2014 году были выбраны 5 сельских населённых пунктов Новозыбковского р-на, на территориях которых расположены СОШ. На территории г. Новозыбкова в занятиях приняли участие учащиеся старших классов 6-ти учебных заведений. 20 студентов проводили теоретическую и практическую часть (измерение МАЭД) по программе тренинга, и 42 студента первого курса – только теоретическую часть. Теоретической подготовкой было охвачено 178 школьников, в практической части приняло участие 56 человек по всем школам.

В 2015 году было охвачено 247 учащихся СОШ, среднеспециальных и высших учебных заведений, в том числе в Новозыбковском р-не – более 100 человек. Обследовано 5 сельских населённых пункта и 7 учебных заведений. Проведено измерений МАЭД в 548 точках, в том числе в 210 точках – в местах пребывания населения (открытая местность).

Полученные данные [2] показали, что средние значения МАЭД в большинстве обследованных населённых пунктов не превысило уровней фоновых значений (до 0,2 мкЗв/ч). В отдельных населённых пунктах Новозыбковского р-на были зафиксированы более высокие показатели МАЭД (с. Деменка, с. Перевоз, х. Величка и г. Злынка) – до 0,38 мкЗв/ч. Внутри зданий школ участков с повышенным МАЭД не обнаружено (среднее значение – 0,144 мкЗв/ч). На территории некоторых населённых пунктов имеются небольшие участки почвы, над которыми МАЭД превышает уровни естественных значений: наибольшие значения МАЭД выявлены на территориях г. Новозыбкова – 0,42 мкЗв/ч, с. Замишево и с. Верещаки – 0,40 мкЗв/ч, с. Шеломы – 0,38 мкЗв/ч. Результаты измерения МАЭД свидетельствуют о том, что на территории выбранных населённых пунктов имеются участки почвы (ливнестоки), над которыми МАЭД превышает уровни естественных значений более чем в 2 раза.

Интернет-акции в Тульской области

Интернет-акции [2, 3] проводились педагогическими работниками Областного эколого-биологического центра учащихся (ОЭБЦУ) с привлечением старшеклассников муниципальных общеобразовательных учреждений (МОУ) г. Тулы и студентов горно-строительного факультета Тульского государственного университета (ТулГУ).

В 2012 году к проведению обучения были привлечены учащиеся и учителя 39 МОУ Богородицкого, Киреевского, Одоевского, Плавского, Тёпло-Огарёвского. Узловского и Щёкинских районов, преподаватели и воспитанники ОЭБЦУ, студенты ТулГУ – всего более 80 человек. Измерения МАЭД выполнено в 60 населённых пунктах 7 муниципальных образований Тульской области⁵, как правило, в тех местах, где люди проводят наибольшее время в течение суток (всего около 4400 точек).

В 2013 году выполнены измерения МАЭД в 256 населённых пунктах 11 муниципальных образований Тульской области с участием более 300 учащихся 85 МОУ Тульской области. Общая протяжённость маршрутов составила более 2,5 тыс км, а количество точек измерения – 24 843.

Анализ полученных данных [3] свидетельствуют о том, что средние значения МАЭД в большинстве обследованных населённых пунктов не превысили уровней естественных значений (до 0,2 мкЗв/ч). Однако в ряде населённых пунктах Киреевского (д. Чёрная Грязь), Плавского (г. Плавск, д. Губа, с. Камынино), Узловского (п. Партизан, п. Поддубный, деревни Дубовка, Кондрово, Малая Рассошка, Хитрово, с. Супонь)

⁵ Интернет-акция "Радиационный фон в местах пребывания населения". Тульский областной эколого-биологический центр учащихся, 10.10.2012. <http://www.greenplaneta.ru/node/2557>

и Щёкинского (села Липово, Пирогово 1-е и Пирогово 2-е, Царёво, деревни Пушкино и Черемошня) районов получены относительно более высокие (по сравнению с естественным фоном) уровни МАЭД: 0,22-0,28 мкЗв/ч. Кроме того, в некоторых образовательных учреждениях Киреевского, Плавского, Тёпло-Огарёвского, Узловского, Щёкинского, Арсеньевского, Богородицкого, Воловского, Чернского районов и в г. Новомосков зафиксированы значения МАЭД до 0,30 мкЗв/ч. В ходе полевых исследований наиболее высокие значения МАЭД фиксировались на возвышенных участках в защитных придорожных лесополосах, в лесонасаждениях вблизи сельских и городских поселений, в нижних частях высоких склонов речных долин и оврагов, в карстовых углублениях, в прибрежных зонах, на целинных участках (лугах) окраин селитебных зон. Минимальные значения МАЭД наблюдались на пашнях сельхозугодий, огородах местных жителей, газонах, объектов общественной зоны.

Интернет-акции в Челябинской области

Интернет-акции проводились специалистами Института агроэкологии – филиала Южно-Уральского государственного университета на территории Красноармейского р-на Челябинской области в сёлах Бродокалмак, Русская Теча и Нижнепетропавловское. Измерение МАЭД выполняли школьники и студенты Института агроэкологии [5]. В каждом населённом пункте были выбраны подворья, в которых были проведены измерения МАЭД в 5-8 точках по 2-3 раза.

В 2013 году проведены учебно-практические занятия среди учащихся СОШ с. Бродокалмак и с. Русская Теча Красноармейского р-на. Проведено измерение МАЭД в 552 точках.

В 2015 году в Кунашакском р-не была прочитаны лекции в двух школах для учащихся 5-10 классов, а также – для учителей: в п. Муслимово приняли участие 60 школьников и 10 педагогов, в с. Новокурманово – 30 школьников и 5 педагогов. После проведения лекций школьники провели измерения МАЭД на территориях населённых пунктов. В п. Муслимово измерения МАЭД проведены в школе, двух детсадах, на железнодорожной станции, в магазинах, сельской администрации и жилых домах, на улицах – всего более 500 замеров.

Результаты измерений показали, что средний уровень МАЭД на территории обследованных сёл не превышает допустимых норм (до 0,2 мкЗв/ч). Средние значения МАЭД на территории с. Бродокалмак составили 0,11-0,16 мкЗв/ч, в селе Русская Теча – 0,12-0,15 мкЗв/ч, а в пойме реки Теча на границах села Бродокалмак – 0,22-0,27 мкЗв/ч (иногда достигали значений 0,37-0,70 мкЗв/ч). Выявлены также отдельные участки, связанные к реке Теча, в которых значения МАЭД превышают установленную норму (с максимальным уровнем 0,90-1,20 мкЗв/ч), которые требуют

либо проведения реабилитационных работ, либо ограничения к ним доступа населения. В с. Новокурманово выполнены измерения МАЭД в школе, детском саду, мечети, водонапорной башни, в жилых домах и на улицах – всего более 350 замеров (средний уровень МАЭД составил 0,09-0,13 мкЗв/ч).

Заключение

1. В целом результаты измерений МАЭД, полученные участниками занятий, соответствуют данным Росгидромета⁶ и не превышают допустимых норм (до 0,2 мкЗв/ч).

2. Оценка качества знаний и навыков по измерению радиационного фона, приобретённых участниками занятий по практическому обучению методам исследования радиационного фона в местах пребывания населения, показали высокую эффективность проведения Интернет-акции: до 74 % учащихся от общего количества опрошенных по всем школам правильно ответили на контрольные вопросы после обучения.

3. Информационная поддержка в актуальном состоянии Интернет-портала "Радиационная безопасность населения Российской Федерации" [1] обеспечит потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, животного и растительного мира.

3. Важным результатом проделанной работы, является то, что молодые люди сами пришли к выводу: "Радиационная обстановка – безопасная!".

Литература

1. Скоробогатов А.М., Апанасюк О.Н., Буланцева Т.А. Опыт создания межведомственной информационной системы по вопросам преодоления последствий радиационных аварий // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие". СПб.: ГНИИ "Нацразвитие", 2021. С. 319-324. <https://doi.org/10.37539/AUG298.2021.14.75.037>

2. Кислов М.В., Стародубец С.Н., Белоус Н.Н., Апанасюк О.Н., Морозова Т.Е., Симонов А.В., Скоробогатов А.М. Опыт распространения знаний об уровнях радиационного гамма-фона среди учащихся, проживающих в границах зон радиоактивного загрязнения // Радиационная гигиена. 2013. Т. 6. № 3. С. 37-43.

3. Апанасюк О.Н., Морозова Т.Е., Симонов А.В., Скоробогатов А.М., Калинин А.В., Ихер Т.П. Опыт организации и проведения информационно-обучающих мероприятий на радиоактивно загрязнённых территориях Тульской области // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. № 1. С. 393-401.

4. Апанасюк О.Н. Опыт проведения совместных российско-белорусских информационных мероприятий для населения, проживающего на радиоактивно загрязнённых территориях // Матер. науч.-практ. конф. "30 лет после чернобыльской катастрофы. Роль Союзного государства в преодолении её последствий". 2015. С. 238-239.

5. Синявский И.В. Организация и проведение информационно-обучающих мероприятий на радиоактивно загрязнённых территориях Челябинской области // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. 2018. № 2. С. 118-125.

⁶ Данные по радиоактивному загрязнению территории населённых пунктов России цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240 по состоянию на 1 января 2012 года. Росгидромет-НПО "Тайфун", 2013

Д.А. Петрилин, И.И. Реформатская
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ
С СЕРНИСТОЙ НЕФТЬЮ ПУТЁМ ЗАЩИТЫ
ИХ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ ОБРАЗОВАНИЯ КОРРОЗИИ

Самовозгорание пирофорных коррозионных отложений – одна из основных причин возникновения пожаров и взрывов на резервуарах с сернистой нефтью. Сделан вывод о необходимости разработки нового химического состава на основе лакокрасочных материалов для защиты от образования коррозии на внутренней поверхности резервуаров.

Ключевые слова: пожаровзрывобезопасность, резервуар, нефть, защита, коррозия.

D.A. Petrilin, I.I. Reformatskaya
ENSURING FIRE AND EXPLOSION SAFETY
OF TANKS WITH SULFUROUS OIL BY PROTECTING
THEIR INNER SURFACE FROM CORROSION

Spontaneous combustion of pyrophoric corrosion deposits is one of the main causes of fires and explosions in sour oil reservoirs. It is concluded that it is necessary to develop a new chemical composition based on paints and varnishes to protect against corrosion on the inner surface of tanks.

Key words: fire and explosion safety, tank, oil, protection, corrosion.

По итогам 2020 г. Россия заняла 2 место в мире по уровню добычи нефти вслед за США. Согласно различным статистическим данным, за последние годы Россия неизменно находится в тройке мировых лидеров по уровню ежедневной добычи нефти (более 10,5 млн баррелей в день). Таким образом доля российской нефтедобычи не опускается ниже 10 % от общемировой.

Сохранение высоких темпов добычи нефти требует постоянного поддержания имеющихся материальных ресурсов нефтехимической отрасли в работоспособном состоянии. Для хранения сернистой нефти и нефтепродуктов на объектах нефтехимической промышленности в России наибольшее распространение получили вертикальные стальные резервуары (РВС). В России насчитывается более 650 резервуарных парков с общим количеством резервуаров более 50 тыс единиц.

Один из основных химических элементов, входящих в состав нефти и нефтепродуктов – это сера. Согласно статистическим данным [1], количество опасных техногенных явлений в нефтяной отрасли промышленности увеличивалось в период 2015-2017 гг., при этом более 65 % от их общего количества приходится на долю пожаров.

Ниже представлены статистические данные по количеству пожаров на объектах нефтехимической отрасли промышленности за 2014-2018 гг. (табл. 1). Результаты анализа показывают, что ежегодное количество пожаров имеет тенденцию к увеличению.

Статистика пожаров на объектах нефтехимической отрасли промышленности

Год	Количество пожаров в нефтегазовой отрасли	Общее количество аварий в отрасли
2014	5	20
2015	6	19
2016	8	19
2017	11	29
2018	8	10
Всего	38	97

Как видно из представленной таблицы, количество пожаров на объектах нефтехимической отрасли промышленности увеличивалось в период 2014-2018 гг. По сравнению с 2014 годом количество пожаров в 2017 г. увеличилось на 120 %. Общий материальный ущерб от пожаров превысил несколько миллиардов долларов.

С увеличением количества пожаров в нефтехимической отрасли промышленности увеличивается и их доля от общего количества аварий. При этом за период 2014-2017 гг. это соотношение держалось примерно на одном уровне, а в 2018 г. наблюдался скачок приблизительно в 2 раза. Это говорит о необходимости повышения качества защиты нефтяных резервуаров от возникновения пожаров.

Исследования, проведённые в последнее время [1], показали, что одной из основных причин возникновения пожаров на резервуарах с сернистой нефтью является самовозгорание пирофорных коррозионных отложений, которые формируются на их внутренней поверхности. Основу отложений составляют образующиеся в результате химических реакций сульфиды железа переменного состава с общей формулой Fe_xS_y (например, FeS – канзит, троиллит, FeS_2 – пирит) [2].

Существует несколько методов защиты внутренней поверхности РВС с сернистой нефтью от образования коррозионных отложений [3]. Каждый из методов защиты имеет свои преимущества и недостатки. Основными способами антикоррозионной защиты являются:

- нанесение изолирующих лакокрасочных антикоррозионных покрытий;
- установка протекторной катодной защиты.

Считается, что одним из самых перспективных способов защиты от образования пирофорных коррозионных отложений и их самовозгорания является создание внутри резервуара бескислородной газовой среды. Для обеспечения пожаровзрывозащиты резервуаров наиболее распространено использование газообразного азота, который подаётся в парогазовое пространство для компенсации разрежения при больших и малых дыханиях РВС [3].

Существуют и другие способы дезактивации пирофорных отложений сульфидов железа и предотвращения их самовозгорания. Например, замена естественной газовой фазы резервуаров на углекислый газ. Однако данная процедура вызывает изменение скорости не только катодной, но и анодной реакции вследствие подкисления среды. Это способствует десятикратному увеличению скорости равномерной коррозии.

Также известен ряд способов, предусматривающих обработку уже образовавшихся отложений различными химическими реагентами: ингибитором ИНФХ-1, трилоном Б, водным раствором гидролизованного привитого сополимера акрилонитрила и бутадиен-стирольного каучука и другими. Недостатками этих способов является дороговизна реагентов, а также то, что эти способы предназначены не для предотвращения процесса образования пирофорных отложений, а для их дезактивации. К тому же, эти способы пожароопасны, т.к. требуют опорожнения резервуаров перед их обработкой, что увеличивает опасность самовозгорания пирофорных коррозионных отложений.

При этом метод защиты резервуаров нанесением на их поверхность лакокрасочных покрытий, изучен мало. Этот вопрос требует более детального рассмотрения, поскольку практически все выпускаемые и рекомендуемые в настоящее время лакокрасочные покрытия не обладают требуемой защитной способностью.

Главным преимуществом лакокрасочных антикоррозионных покрытий является сравнительно невысокая стоимость некоторых материалов и более низкие материальные затраты на их нанесение. Однако большинство выпускаемых и применяемых в настоящее время лакокрасочных антикоррозионных покрытий не обладают требуемыми защитными свойствами и сроком действия, заявленными производителем. Более того, деградация современных лакокрасочных покрытий приводит к еще большему обострению коррозии. Как показали натурные наблюдения, срок службы современных систем лакокрасочных материалов (ЛКМ) не превышает 2-4 лет. Поэтому ещё одним недостатком применения ЛКМ является дороговизна как самого вещества, так и работ по нанесению покрытия на поверхность РВС по причине частоты его замены. При этом важно отметить, что ряд недостатков от применения антикоррозионных покрытий проявляется из-за ошибок в методике по обработке поверхности РВС.

Таким образом, дальнейшие исследования в данной области должны быть направлены на разработку нового химического состава на основе ЛКМ. Необходимо получить антикоррозионный состав, обладающий защитными параметрами, соответствующими требованиям нормативной документации по эксплуатации РВС. Также возможным результатом исследований могут являться изменения в методике по обработке внутренней поверхности резервуаров с сернистой нефтью.

Литература

1. Дупляков Г.С., М.В. Елфимова Проблемы обеспечения пожарной безопасности складов нефти и нефтепродуктов // Техносферная безопасность. 2019. № 3 (24). С. 50-62.
2. Бейлин Ю.А., Нисельсон Л.А., Бегишев И.Р., Филимонов Л.И., Шишканов Б.А., Ащеулова И.И., Подобаев А.Н., Реформатская И.И. Коррозионные пиррофорные отложения как промоторы самовозгорания резервуаров с сернистой нефтью // Защита металлов. 2007. Т. 43, № 3. С. 290-295.
3. Реформатская И.И., Бегишев И.Р., Ащеулова И.И. Противокоррозионная защита внутренней поверхности резервуаров с сернистой нефтью как способ предотвращения их самовозгорания // Матер. междунар. конф. "Актуальные вопросы электрохимии, экологии и защиты от коррозии", посвящённой памяти профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ В.И. Вигдоровича. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2019. С. 84-88.

Б.Б. Гринченко, Д.Н. Шалявин, Е.В. Степанов

ТЕОРЕТИКО-ГРАФОВАЯ МОДЕЛЬ ДЕЙСТВИЙ УЧАСТНИКОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В НЕПРИГОДНОЙ ДЛЯ ДЫХАНИЯ СРЕДЕ

Представлен возможный способ планирования и осуществления оперативных действий участников тушения пожара, а именно звеньев газодымозащитной службы при работе в непригодной для дыхания среде на основе метода сетевого моделирования маршрутов следования до места спасения пострадавших или предполагаемого расположения очага пожара.

Ключевые слова: разведка, сетевое моделирование, непригодная для дыхания среда, пожар.

B.B. Grinchenko, D.N. Shalyavin, Y.V. Stepanov

GRAPH-THEORETIC MODEL OF THE ACTIONS OF PARTICIPANTS IN EXTINGUISHING A FIRE IN UNSUITABLE FOR BREATHABLE ENVIRONMENT

The report presents a possible method for planning and implementing operational actions of participants in extinguishing a fire, namely, links of the gas and smoke protection service when working in unsuitable for breathable environment, based on the method of network modeling of routes to the rescue site of victims or the proposed location of the fire center.

Key words: reconnaissance, network modeling, unbreathable environment, fire.

По прибытию на место вызова пожарно-спасательные подразделения не во всех случаях могут определить расположение очага пожара, основываясь только на визуальном осмотре объекта, при этом большая часть помещений внутри зданий и сооружений могут быть охвачены дымом, который в свою очередь образует непригодную для дыхания среду.

При этом руководитель тушения пожара в кратчайшие сроки должен провести разведку с использованием всех доступных информационных ресурсов (данные от системы противопожарной защиты объекта, изучение документов предварительного планирования, визуальный осмотр объекта по

периметру, опрос осведомлённых лиц), в ходе которой должен определить спектр задач для звеньев газодымозащитной службы (звено ГДЗС) и оптимальный/критический маршрут движения внутри здания. Выбор оптимального маршрута движения с учётом сложившейся пожарной обстановки, в свою очередь позволит обеспечить безопасность газодымозащитников, а также оказать положительное влияние на процесс пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ.

Для решения задачи по определению оптимального и критического маршрутов движения звеньев ГДЗС из имеющегося множества вариантов входов/выходов в здании, сложившейся пожарной обстановки предлагается воспользоваться теоретико-графовой моделью, в которой вершинами будут являться входы на объекте, а рёбрами – выполняемые газодымозащитниками действия [1, 4, 5]. В модели будут рассматриваться следующие параметры: протяжённость маршрута ($L, м$); время преодоления маршрута ($T, мин$); параметры безопасной работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания.

На рис. 1 представлен пример построения графов маршрутов движения звеньев ГДЗС на примере планировки первого этажа средней общеобразовательной школы. Пожар произошёл в одном из помещений школы на первом этаже, при этом объект имеет 3 основных входа/выхода, которыми могут воспользоваться звенья ГДЗС. Задача руководителя тушения пожара, который, как правило, возглавляет первый состав звена ГДЗС в должности командира звена, должен определить оптимальный маршрут движения до очага пожара (возможного нахождения пострадавшего).

Анализ сетевого графа, представленного на рис. 1, позволяет визуально определить оптимальный и критический маршруты следования, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Анализ маршрутов сетевого графа

№	Маршрут движения	Результат
1	III-25-23-21-19-20	Оптимальный маршрут
2	I-1-2-7-9-12-15-17-19-20	Критический маршрут
3	II-2-9-12-15-17-19-20	Альтернативный маршрут

Исходя из вышеизложенного теоретико-графовая модель для планировки первого этажа школы с учётом расположения очага пожара в помещении № 20 примет следующий вид (рис. 2).

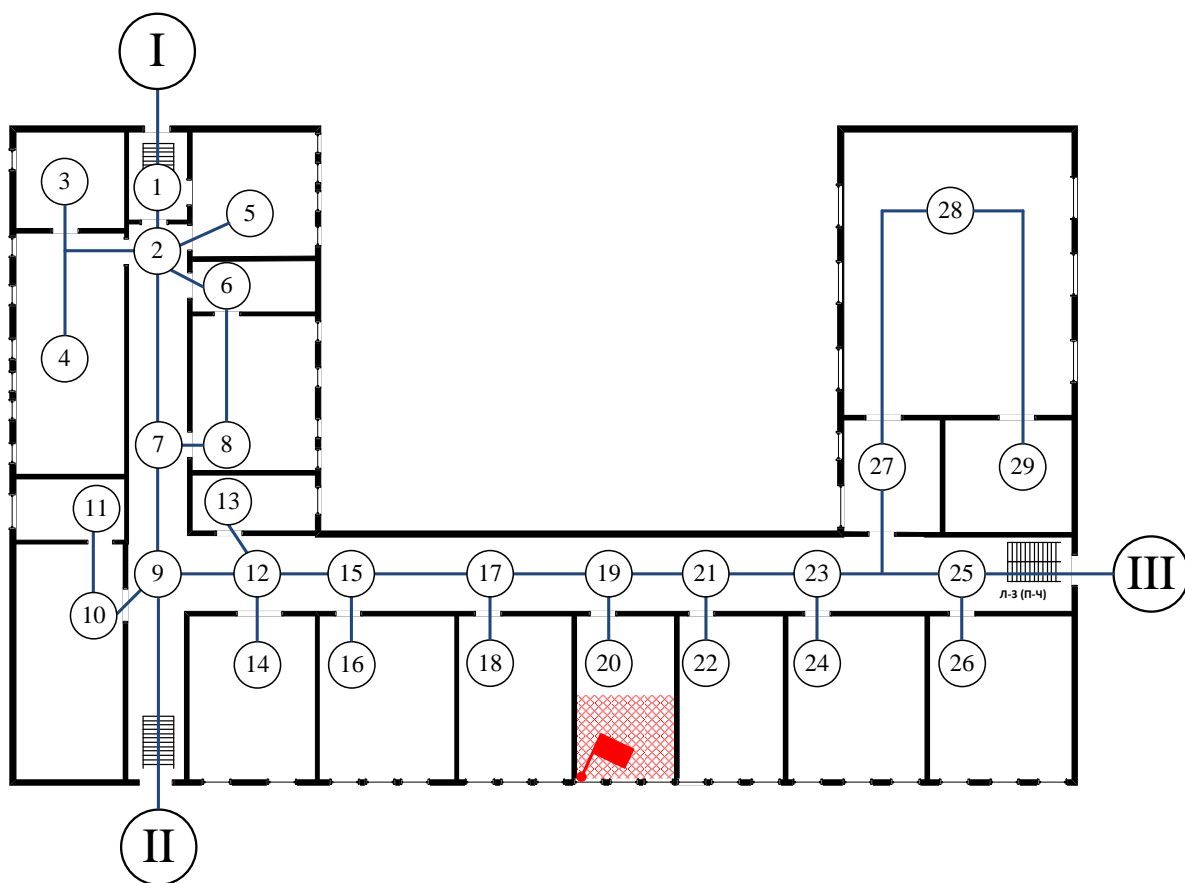


Рис. 1. Пример сетевой модели маршрутов звеньев ГДЗС

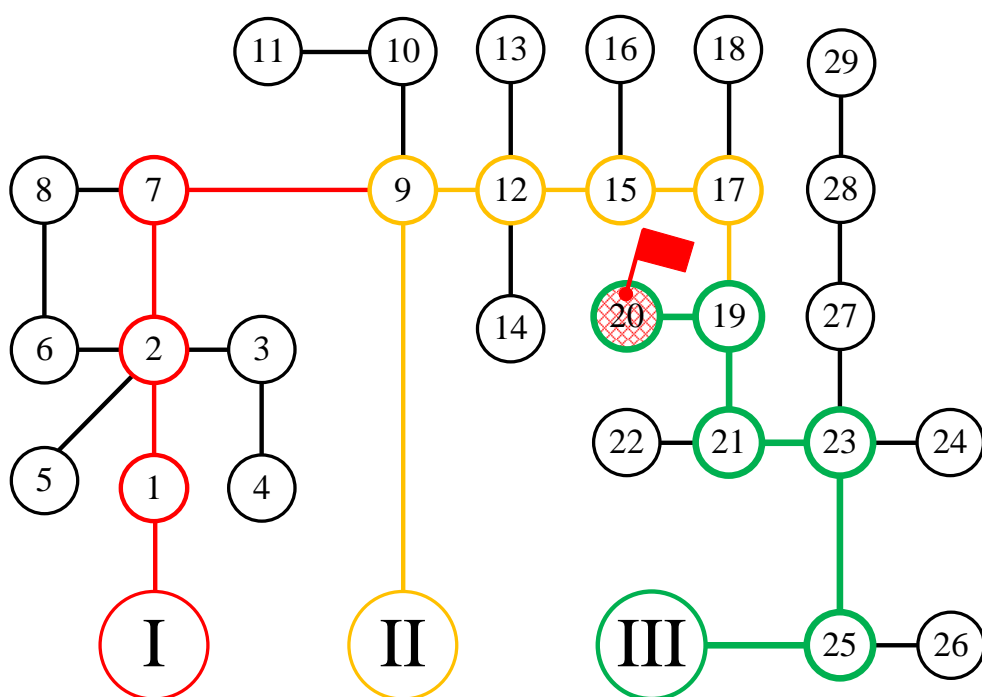


Рис. 2. Теоретико-графовая модель первого этажа школы

Более детальный анализ модели необходимо производить заблаговременно на этапах планирования и изучения боевых действий пожарно-спасательных подразделений на объектах, которые входят в районы выезда. Выбор оптимального и критического маршрута движения из имеющихся альтернатив можно получить при помощи математического анализа входящих параметров в модель. Сформированные плановые значения теоретико-графовой модели на маршрутах движения, можно контролировать в режиме реального времени путём применения современных систем дистанционного мониторинга газодымозащитников [2, 3].

Литература

1. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2001. 124 с.
2. Гринченко Б.Б., Кузнецов А.В., Баканов М.О., Тараканов Д.В. Многофакторный мониторинг динамики пожара в зданиях текстильной промышленности // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. №. 4 (382). С. 178-183.
3. Гринченко Б.Б., Тараканов Д.В. Информационная система управления безопасностью газодымозащитников при пожарах в зданиях // Матер. 26-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2017". М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. С. 203-205.
4. Дистель Р. Теория графов. Новосибирск: изд-во Института математики, 2002. 250 с.
5. Степанов Е.В., Тараканов Д.В., Топольский Н.Г. Волновой алгоритм определения оптимального маршрута движения газодымозащитников в зданиях при пожарах и задымлениях // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. 2021. Т. 30. №. 3. С. 31-40. <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2021.30.03.31-40>

Н.А. Третьяков

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ ПОИСКА ИНДИКАТОРА КОМПРОМЕТАЦИИ ПАРОЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Разработан комплекс программных модулей для поиска индикаторов компрометации пароля и признаков нарушения конфиденциальности пароля пользователем системы дистанционного обучения образовательной организации. Работа комплекса программных модулей основана на применении алгоритмов машинного обучения для анализа больших объемов данных.

Ключевые слова: компрометация, дистанционное обучение, комплекс программных модулей, машинное обучение.

N.A. Tretyakov

AUTOMATED COMPLEX OF SOFTWARE MODULES FOR SEARCHING THE USER PASSWORD COMPROMETATION INDICATOR IN DISTANCE LEARNING SYSTEMS

To search for indicators of password compromise and signs of violation of password confidentiality by a user of a distance learning system of an educational organization, a set of software modules has been developed. The work of the complex of software modules is based on the use of machine learning algorithms for analyzing big data.

Key words: compromise, distance learning, a set of software modules, deep machine learning.

Проблемы возникновения внешних угроз информационной безопасности, компрометации доступа, нарушения конфиденциальности пароля пользователя, сговора обучаемого с третьими лицами и посредничество третьих лиц в образовательном процессе в системах дистанционного обучения образовательных организаций до сих пор полностью не решены.

Многие образовательные учреждения стараются максимально использовать возможности дистанционных образовательных технологий, применяя дистанционное обучение для осуществления образовательной деятельности. Во время нестабильной эпидемиологической обстановки системы дистанционного обучения являются альтернативной, а часто незаменимой формой образования.

Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников [1].

При реализации образовательных программ или их частей с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий организация самостоятельно и (или) с использованием

ресурсов иных организаций обеспечивает идентификацию личности обучающегося, выбор способа которой осуществляется организацией самостоятельно, и контроль соблюдения условий проведения мероприятий, в рамках которых осуществляется оценка результатов обучения [2]. Самым распространённым и при этом наиболее уязвимым для компрометации является способ идентификации личности обучающихся "логин/пароль".

Для решения проблем информационной безопасности систем дистанционного обучения образовательных учреждений автор предлагает использовать автоматизированный комплекс программных модулей поиска индикатора компрометации и признаков нарушения конфиденциальности пароля пользователя в системах дистанционного обучения. Принцип работы данного комплекса программных модулей основан на применении алгоритмов машинного обучения для анализа больших объёмов данных [3]. Предполагается, что такой автоматизированный комплекс программных модулей позволит достаточно быстро и с большой степенью достоверности определять индикатор компрометации и признаки сговора обучающегося с третьими лицами при использовании системы дистанционного обучения.

Автором была разработана концепция прототипа комплекса программных модулей и написан код базовых программных модулей на языке программирования Python. Принцип работы автоматизированного комплекса программных модулей поиска индикатора компрометации и признаков нарушения конфиденциальности пароля пользователя в системах дистанционного обучения основан на сборе из базы данных системы дистанционного обучения id обучающегося, который зашёл в систему; его IP-адреса и информации о действии, совершённом пользователем.

Тестирование работы комплекса проводилось по выборке из базы данных действующей системы дистанционного обучения одного из вузов России. В выборке из базы данных для тестирования комплекса было представлено более 6000 пользователей из 770 городов и населённых пунктов, более 7500 IP-адресов и более 282000 действий за 1 день.

Первый этап работы автоматизированного комплекса программных модулей заключался в определении по IP-адресам возможного местоположения пользователя в системе координат на карте, исходя из открытой информации баз данных IP-адресов.

Информация об IP-адресах была получена функцией перевода IP-адресов в координаты, которая выбрала уникальные IP-адреса и создала 50 потоков. Данные потоки поочерёдно отправляли запросы серверу, что ускоряло работу алгоритма. Запись ответа сервера в базу данных производилась только в случае, если от сервера был получен ответ с кодом 200, то есть сервер корректно обработал запрос и успешно передал результат работы (рис. 1).

```

def get_ip(str_ip):
    if str_ip in dict_ip:
        return None
    response = requests.get(f"http://ip-api.com/json/{str_ip}")
    while response.status_code != 200:
        response = requests.get(f"http://ip-api.com/json/{str_ip}")
    print('\n', str_ip, str(response.text)[:100], response.status_code
        , '\n')
    dict_ip[str_ip] = response.text
urls = df['ip'].unique()
pool = ThreadPool(50)
results = pool.map(get_ip, urls)
pool.start()
pool.close()
pool.join()

```

Рис. 1. Функция перевода IP-адресов в координаты

Для визуализации мест расположения пользователей системы дистанционного обучения база IP-адресов пользователей была переведена в систему координат с последующим обозначением координат обучающихся на карте мира (рис.2).

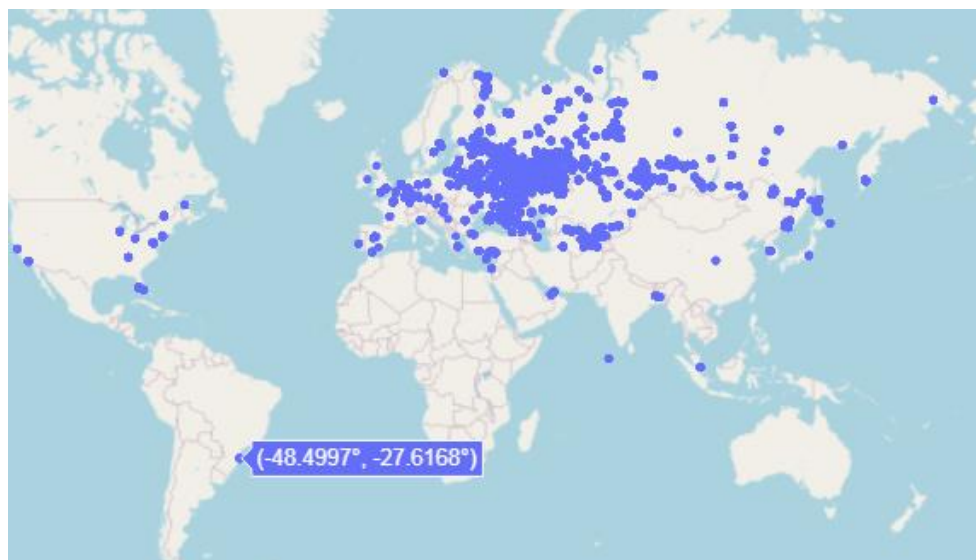


Рис. 2. Распределение IP-адресов обучающихся на карте мира

По карте видно, что большая часть пользователей находилась в России и ближайшем зарубежье. Размещение IP-адресов в дальнем зарубежье наиболее вероятно указывало на использование обучающимися VPN-сервисов.

После анализа IP-адресов и перевода их в систему координат была проведена кластеризация и сохранение данных местоположения для каждого обучающегося с учётом максимально допустимого расстояния между элементами кластера. Процедура кластеризации IP-адресов объясняется необходимостью определения доверительных границ id обучающегося. Сохранённые данные по кластерам комплексом программных модулей использовались в дальнейшем при каждом заходе обучающегося на тесты или задания.

В качестве алгоритма кластеризации за счёт особенностей своей работы применялся алгоритм иерархической кластеризации [4]. Он соединяет ближайшие точки/кластеры до тех пор, пока точки/кластеры не будут соединены в один кластер или пока расстояние между ними не будет превышать допустимое (рис. 3).

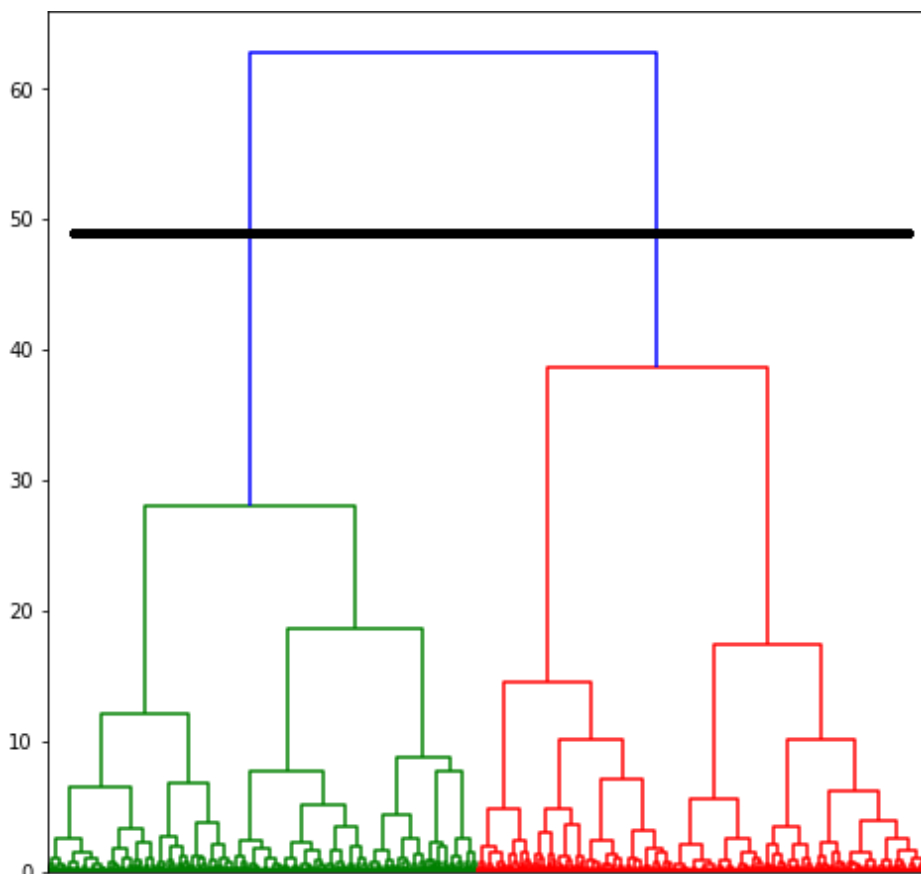


Рис. 3. Пример работы иерархической кластеризации

Алгоритм иерархической кластеризации взят из библиотеки sklearn для языка программирования Python. По итогам работы алгоритма был составлен словарь, где ключ – это id пользователя, а значения – это список из 3 наиболее популярных кластеров местоположений (рис. 4).

```

dict_user = {}
for user_id in uniq_df:
    df_user = clean_df[clean_df['userid']==user_id]
    clus = AgglomerativeClustering(n_clusters=None, distance_threshold
        =0.02)
    list_coord = np.c_[df_user['ip_lat'], df_user['ip_lon']]
    if len(list_coord)==1:
        if None in list_coord[0]:
            continue
        list_coord=np.append(list_coord, list_coord)
        list_coord=np.reshape(list_coord,(2,2))
    clus.fit(list_coord)
    dict_user[user_id] = list_coord
    cur_coord = np.array([])
    for label in Counter(clus.labels_).most_common(3):
        cur_coord=np.append(cur_coord, list_coord[clus.labels_
            ==label[0]])
dict_user[user_id]=list_coord

```

Рис. 4. Использование алгоритма иерархической кластеризации на языке программирования Python

В дальнейшем использование составленного словаря возможно для проверки IP-адресов комплексом программных модулей при каждом заходе пользователя на тесты. Вероятные снижения скорости работы алгоритма иерархической кластеризации при обработке больших объёмов данных предлагается решать за счёт ограничения выборок по объёму. Вероятные снижение качества работы алгоритма предлагается решать посредством увеличения числа выборок до 3. Для каждого захода на тест пользователя это будут первые действия пользователя в системе дистанционного обучения, последние действия в системе и случайная выборка из всех действий. Тем самым автоматизированный комплекс программных модулей поиска индикатора компрометации и признаков нарушения конфиденциальности пароля пользователя в системах дистанционного обучения не будет задействовать лишние вычислительные мощности.

Прототип комплекса программных модулей в ходе тестирования определял количество пользователей по IP-адресу, а также частоту использования IP-адресов для решения теста. При проверке количества пользователей для данного IP-адреса и уточнения частоты использования IP-адресов для решения теста были реализованы функции `count_ip` и `prosent_test` на языке программирования Python (рис. 5).

```

def count_ip(ip):
    df_ip = df['ip']
    df_cur_ip = df[df_ip==ip]
    uniq_id = df_cur_ip['userid']
    return len(uniq_id.unique())
def present_test(ip):
    df_ip = df['ip']
    df_cur_ip = df[df_ip==ip]
    df_eventname = df_cur_ip['eventname']
    df_ip_test = df_cur_ip[df_eventname.str.contains('mod_quiz', regex
        =False)]
    percent = len(df_ip_test)/len(df_cur_ip)
    return percent

```

Рис. 5. Функции анализа информации по IP-адресу

Из рис. 5 видно, что функция `count_ip` фильтрует из предоставленной выборки базы данных системы дистанционного обучения все действия, в которых числится данный IP-адрес и возвращает число уникальных id. Функция `present_test` фильтрует из базы данных все записи с переданным IP-адресом, выбирает из них те действия пользователя, которые считаются тестом и делит их число на общее число записей с данного IP-адресом.

Все эти данные (нахождение IP-адреса в допустимых кластерах, количество пользователей, работавших с данного IP-адресом, частота использования данного IP-адреса для тестирования) при тесте прототипа комплекса программных модулей позволили определить вероятные случаи компрометации пароля пользователя и нарушения конфиденциальности пароля пользователя посредством сговора обучающегося с третьими лицами с целью недобросовестного получения образовательных услуг.

Тест прототипа автоматизированного комплекса программных модулей выявил 67 человек, которые за день поменяли своё местоположение более 3 раз. Данный результат может указывать на компрометацию пароля или сговор обучающегося с третьими лицами.

Так же комплекс выявил 150 случаев, когда тест с одного IP-адреса проходило более 3 человек и 200 пользователей, которые проходили тест на IP-адресе, где процент прохождения теста от всех действий был более 90 %. Любой из данных случаев может указывать на сговор обучающегося с третьими лицами с целью недобросовестного получения образовательных услуг.

Все выявленные комплексом случаи являются индикаторами вероятного риска для информационной безопасности системы дистанционного обучения образовательной организации и потенциальных нарушений договора об оказании образовательных услуг.

Для повышения точности работы комплекса программных модулей по поиску индикаторов компрометации и признаков нарушения конфиденциальности пароля пользователя в системах дистанционного обучения автором прототипа комплекса в настоящее время ведётся разработка программного модуля анализа результативности IP-адреса при сдаче контрольных заданий, модуля определения пользователя по техническим характеристикам периферийного устройства и модуля анализа буфера обмена периферийного устройства при сдаче каждого контрольного задания. После разработки и тестирования данных модулей планируется их интеграция в общий автоматизированный комплекс программных модулей поиска индикатора компрометации и признаков нарушения конфиденциальности пароля пользователя в системах дистанционного обучения.

Литература

1. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 1.06.2021). Ст. 16.
2. Приложение к Приказу Министерства образования и науки РФ "Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ".
3. Третьяков Н.А. Возможность применения алгоритмов машинного обучения для анализа чрезвычайных ситуаций // Матер. 29-й междунар. науч.-техн. конфер. "Системы безопасности – 2020". М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. С. 64-67.
4. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989. 251 с.

К.Г. Бурлаченко, С.В. Репин, А.Б. Городенко
СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассмотрены основные аспекты деятельности органов государственного пожарного надзора на территории Российской Федерации, а также особые условия функционирования системы управления. Учтены современные особенности составления планов проведения контрольно-надзорных мероприятий. Описан алгоритм действий инспектора по оформлению результатов контрольно-надзорного мероприятия, сделан вывод об увеличении трудозатрат.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор, проблемы пожарной безопасности, фонд рабочего времени, пожарная безопасность, предотвращение пожаров.

K.G. Burlachenko, S.V. Repin, A.B. Gorodenko
MODERN ASPECTS OF SUPERVISORY ACTIVITIES

The main aspects of the activities of state fire supervision bodies in the territory of the Russian Federation, as well as special conditions for the functioning of the management system, are considered. Modern features of drawing up plans for control and supervisory measures are taken into account. The algorithm of the inspector's actions on registration of the results of the control and supervision event is described, the conclusion is made about the increase in labor costs.

Key words: state fire supervision, fire safety problems, inspector's working time fund, fire safety, fire prevention.

Система государственного пожарного надзора в Российской Федерации представляет собой постоянно трансформирующийся механизм, гибко реагирующий на все социальные, политические и экономические изменения. Проблемами в области государственного пожарного надзора занимались многие учёные [1-3]. В данной статье приведены некоторые современные особенности, возникшие в связи с изменениями в законодательстве и цифровизацией.

Основа надзорной деятельности – проведение проверок объектов защиты с целью выявления и пресечения нарушений требований пожарной безопасности. Учитывая специфику пожарного надзора, основанную на детальном обследовании территорий, зданий и помещений, сопоставлении результатов, полученных в ходе осмотра с их функциональным назначением и фактическим использованием, в настоящее время и в ближайшей перспективе нет предпосылок к кардинальному изменению методов организации государственного пожарного надзора. В данной связи меняются подходы к организации надзорной деятельности. Первым шагом на этом пути было издание федерального закона 134-ФЗ "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)". Закон устанавливал порядок проведения надзорных мероприятий и определял права и обязанности сторон при проведении проверок.

За период действия закона с 2001 по 2008 годы в него было внесено 10 изменений, пока наконец он не был отменен вступившим в силу федеральным законом 294-ФЗ "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля".

Вступивший в силу правовой акт ещё более строго регламентировал процедуры, проводимые в рамках надзорных мероприятий, и перекрыл неучтённые ранее пробелы. Закон также подвергся многочисленным доработкам и уточнениям в целях приведения его в соответствие государственной политике по снижению уровня регулирования деятельности субъектов предпринимательства со стороны надзорных органов. Одним из самых значимых изменений стало внедрение риск-ориентированного подхода [4] в организации надзора, который представляет собой метод выбора форм, периодичности и продолжительности проверок исходя из возможных негативных последствий нарушения требований.

Однако, учитывая проведение в стране широкомасштабной реформы [5] контрольной и надзорной деятельности, возникла необходимость урегулирования значительного количества особенностей различных видов надзоров, что привело к принятию принципиально нового правового акта, регулирующего непосредственно контрольную и надзорную деятельность, а не устанавливающего для неё отдельные ограничения. Таким документом стал Федеральный закон 248-ФЗ "О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации".

Законом чётко определены полномочия надзорных органов, принципы государственного контроля и порядок его проведения, упорядочена система управления рисками и их профилактика. Также регламентированы виды контрольных мероприятий и конкретных действий в ходе их проведения.

С точки зрения регулирования процессов надзора, перечисленные законы имеют весьма позитивное влияние, в связи с установкой чётких правил, понятных всем участникам процесса. Но применительно к повседневной деятельности сотрудников надзорных органов такое жёсткое регулирование и пошаговый контроль оказывает негативное влияние на трудозатраты и производительность труда.

Самым наглядным примером такого влияния может служить документооборот, реализуемый сотрудником (инспектором) при проведении проверки. До 2001 года, в период действия ведомственной инструкции по организации государственного пожарного надзора, по результатам проведённой проверки в контрольно-наблюдательном деле на объект защиты подшивалось несколько документов: предписание об устранении выявленных нарушений, постановление о приостановке эксплуатации отдельных помещений

или всего здания в целом (при вынесении такового) и материалы административного дела в отношении лица, допустившего административное правонарушение. В настоящее же время, благодаря целой череде реформ и нововведений, бюрократизация процессов привела к тому, что документальное оформление организации и результатов проверки стало занимать больше времени, чем непосредственное её проведение.

При подготовке к проверке инспектор должен учитывать все особенности предстоящего мероприятия и действует по следующему алгоритму:

1. Издаётся Решение о проведении контрольного (надзорного) мероприятия, в которое в зависимости от вида мероприятия (плановое, внеплановое) указывается один из видов контроля, а именно:

- плановая выездная проверка, в рамках которой могут проводиться: осмотр (за исключением жилых помещений в жилых домах); опрос; получение письменных объяснений; инструментальное обследование; истребование документов, которые в соответствии с требованиями пожарной безопасности должны находиться в месте нахождения (осуществления деятельности) контролируемого лица (его филиалов, представительств, обособленных структурных подразделений) либо объекта надзора);

- инспекционный визит, в рамках которого могут проводиться: осмотр (за исключением жилых помещений в жилых домах); опрос; получение письменных объяснений; инструментальное обследование.

- рейдовый осмотр, в рамках которого могут проводиться: осмотр (за исключением жилых помещений в жилых домах); опрос; получение письменных объяснений; инструментальное обследование; истребование документов, которые в соответствии с требованиями пожарной безопасности должны находиться в месте нахождения (осуществления деятельности) контролируемого лица (его филиалов, представительств, обособленных структурных подразделений) либо объекта надзора;

- внеплановые контрольные (надзорные) мероприятия, могут быть следующих видов: инспекционный визит; рейдовый осмотр; выездная проверка; документарная проверка; выборочный контроль;

- внеплановая документарная проверка, в рамках которой могут проводиться: получение письменных объяснений; истребование документов.

2. Издаётся акт проверки (к нему могут прилагаться: протокол осмотра, фото-таблица, протокол инструментального обследования, протокол опроса, форма объяснения, протокол испытаний, экспертное заключение по итогам проведённой экспертизы и иные документы).

Далее, при наличии на объекте нарушений требований пожарной безопасности:

3. Издаётся предписание об устранении нарушений обязательных требований пожарной безопасности.

4. Возбуждается дело об административном правонарушении.

В случае выявления нарушений требований пожарной безопасности, создающих непосредственную угрозу жизни и здоровью людей, находящихся на объекте надзора, материалы административного дела направляются в суд, для принятия решения о приостановлении деятельности на данном объекте. Перечень и порядок подготовки данных материалов также повышает уровень требований к инспекторскому составу и занимает значительное количество времени.

Таким образом, вместо 3-4 документов, подготавливаемых государственным инспектором при подготовке к проверке и по результатам её проведения, после реформирования надзорной деятельности контрольно-наблюдательное дело по каждой проверке представляет собой целое собрание материалов, состоящее из мотивированного решения о её проведении, распоряжения, письма – уведомления о предстоящей проверке, протокола осмотра, фото-таблицы, протокола опроса, объяснений, требования о предоставлении документов, протокола отбора проб (образцов), протокола инструментального обследования, протокол испытания, заключения эксперта, акта, предписания, материалов дела об административных правонарушениях и иных документов в случае их составления. Фактически, в результате проведённых изменений произошёл значительный перекоп в распределении и без того дефицитного полезного рабочего времени сотрудников от проведения непосредственного обследования помещений и территорий к оформлению документов, зачастую дублирующих друг друга.

Однако на этом процесс оформления проверки не заканчивается. В связи с широким внедрением во все сферы государственного управления информационных технологий, цифровизации подверглась и надзорная деятельность в области пожарной безопасности. В целях автоматизации отдельных процессов и рутинных операций в надзорную деятельность внедрён целый перечень программных продуктов и реестров, основное назначение которых упростить всем участникам процесса доступ к информации. Основными являются СПОИАП ("Автоматизированная информационная система сбора информации о противопожарном состоянии объектов надзора и исполнения административных процедур по осуществлению Государственного пожарного надзора на объектах надзора") и ААС КНД (Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России), а также два реестра – ЕРКНМ ("Единый реестр контрольных (надзорных) мероприятий") и ЕРП ("Единый реестр проверок"). Программы должны автоматизировать процессы подготовки документов в процессе проверок, и автоматически формировать реестры. Но вместо автоматизации процессов и последовательного снижения трудозатрат, произошло усложнение процессов и дублирование информационных

ресурсов. Так, например, при использовании СПОИАП и ААС КНД нет автоматической передачи информации между системами, при этом ведение обеих систем пока ещё остаётся обязательным. В результате инспектору необходимо сначала подготовить все документы в электронном виде (например, в формате Microsoft Word), а затем заниматься копированием информации поочерёдно в обе системы. Время на заполнение (копирование) каждой проверки 15-20 *мин* при условии стабильной работы системы и каналов связи. Затем, в связи с отсутствием автоматической передачи данных, те же сведения необходимо внести в реестры, что в очередной раз занимает время и в большой степени зависит от стабильной работы интернет-соединения.

Аналогичная проблема возникает и при формировании дел об административных правонарушениях, из ААС КНД информация автоматически не передаётся в системы "1С администрирование" и в ФГИС ГМП (Государственная информационная система о государственных и муниципальных платежах). Фактически, данные о лицах, привлекаемых к административной ответственности, необходимо вносить в несколько реестров. Процедура неудобна в связи с необходимостью работы в различных сетях (интернет и интранет) и занимает от 30 до 35 *мин* при условии стабильной работы сетей.

Также с 2021 г. произошло неожиданное усложнение процедуры планирования проверок. Ранее план плановых проверок выгружался единым файлом в формате Excel в ФГИС ЕРП, теперь необходимо заполнить отдельную карточку на каждую проверку, что занимает от 6 до 10 *мин*. Например, при планировании на 2022 г. в Нижегородской области порядка 6,5 *тыс* проверок, формирование планов потребовало дополнительно затратить более 800 часов из общего фонда рабочего времени инспекторов. Фактически несколько дней весь инспекторский состав был задействован на внесении сведений в реестр, который ранее выгружался в течение нескольких минут.

Подводя итог, предлагаем вернуться к тому, о чём говорилось в начале. Основа государственного пожарного надзора – это проведение проверок в форме обследования помещений и территорий, взаимодействие с руководителями и персоналом объектов, в ходе которого происходит их обучение и передача знаний в области обеспечения пожарной безопасности. Без такого взаимодействия невозможно выявление нарушений, их пресечение и повышение уровня пожарной безопасности в целом. Это указывает на необходимость детальной проработки всех решений, принимаемых в отношении деятельности надзорных органов и порядка проведения проверок. Не менее важно обеспечивать сопряжение всех внедряемых программных продуктов с действующими системами.

Литература

1. Карпенко Д.Г. Проверки противопожарного состояния объектов при осуществлении государственного пожарного надзора с использованием мобильных электронных средств сбора и обработки информации // Технологии техносферной безопасности. 2007. Вып. 4 (14). <http://academygps.ru/ttb>
2. Базилевич А.Я., Пузач С.В., Карпенко Д.Г., Пузач Е.С., Сулейкин Е.В. Особенности разработки противопожарных мероприятий при строительстве многофункциональных зданий со сложной геометрией // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. 2004. Т. 13, № 1. С. 20-29.
3. Базилевич А.Я., Карпенко Д.Г., Закиров И.И. Экспресс-оценка пожарных рисков для конструкций при изменениях функционального назначения административных зданий // Матер. 11-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2002". М.: Академия ГПС МЧС России, 2002. С.33-35.
4. Постановление Правительства РФ от 17 августа 2016 г. № 806 (ред. от 24.08.2021) "О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации".
5. Паспорт приоритетной программы "Реформа контрольной и надзорной деятельности" (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол от 21 декабря 2016 г. № 12) (с изм. и доп.).

К.Г. Бурлаченко, А.Б. Городенко

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рассмотрены некоторые особенности распределения нагрузки на инспекторский состав управлений надзорной деятельности и профилактической работы в Центральном, Приволжском и Сибирском федеральных округах. Выявлены некоторые общие закономерности, основанные на статистических данных, изменениях в законодательстве и экспертном опросе.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор, информационные технологии, ресурсы, экспертный опрос.

K.G. Burlachenko, A.B. Gorodenko

SOME FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF SUPERVISORY ACTIVITIES IN THE FEDERAL DISTRICTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Some features of the distribution of the load on the inspection staff of the departments of supervision and preventive work in the Central, Volga, and Siberian Federal Districts are considered. Some general patterns based on statistical data, changes in legislation, and an expert survey have been identified.

Key words: state fire supervision, information technologies, resources, expert survey.

В настоящее время на территории Российской Федерации выделено восемь федеральных округов: Центральный федеральный округ, Северо-Западный федеральный округ, Южный федеральный округ, Северо-Кавказский федеральный округ, Приволжский федеральный округ, Уральский федеральный округ, Сибирский федеральный округ, Дальневосточный федеральный округ. При обеспечении пожарной безопасности на каждой из подведомственных территорий существуют свои особенности. В данном докладе рассмотрим особенности обеспечения пожарной безопасности в некоторых из них, а именно в Центральном, Приволжском и Сибирском федеральных округах.

31 декабря 2015 г. Президентом Российской Федерации подписан Указ № 682, в соответствии с которым внесены изменения в Указ от 11 июля 2004 г. № 868 по сокращению предельной численности лиц Федеральной противопожарной службы и 1 апреля 2016 года было сокращено 50 % численности личного состава аппаратов Управлений надзорной деятельности и профилактической работы. Это стало возможным после сокращения количества проверок, вызванного изменением сроков проверок для бизнеса. Затем 19 октября 2016 года на заседании Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию, министр Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям сказал, что реформирование надзорных органов продолжается, а также что; "в рамках подкомиссии по совершенствованию контрольных (надзорных) и разрешительных функций при Правительственной комиссии по проведению административной реформы Открытого правительства подготовлен проект паспорта государственного надзора, учитывающего новые подходы к осуществлению надзорной деятельности в области пожарной безопасности и гражданской обороны". Таким образом в течение последних пяти лет численность организационно-штатных структур подразделений надзорной деятельности и профилактической работы подвергалась неоднократной оптимизации. При этом функции и задачи инспектора государственного пожарного надзора остались прежними. Это приводит к перегрузке сотрудников при выполнении повседневной деятельности.

Например, штатная численность сотрудников федерального государственного пожарного надзора главного управления МЧС России по Иркутской области в настоящее время составляет 16 человек. При этом максимальная протяжённость защищаемой территории составляет около 300 км. Фактор большой протяжённости может повлиять на все сферы повседневной деятельности инспектора государственного пожарного надзора. На осуществление качественной и повсеместной профилактики потребуется большее количество времени, чем на профилактику близкорасположенных объектов. Аналогию можно привести по проведению контрольно-надзорных мероприятий и по функции дознания.

В 2019 г. в связи с изменениями в законодательстве, а именно в связи с тем, что загорания стали учитываться как пожар, также произошло увеличение нагрузки в сфере дознания, также усилилась её неравномерность. Особенно данная тенденция заметна в летний пожароопасный период, так как выездов для осуществления функции дознания стало значительно больше.

Анализ пожарной обстановки в городах и сельской местности на территории Российской Федерации регулярно проводился различными исследователями [1-3]. С целью рассмотрения современных данных, авторы ссылаются на статистику пожаров 2016-2021 гг. (рис. 1) с прогнозом на 2021 г.

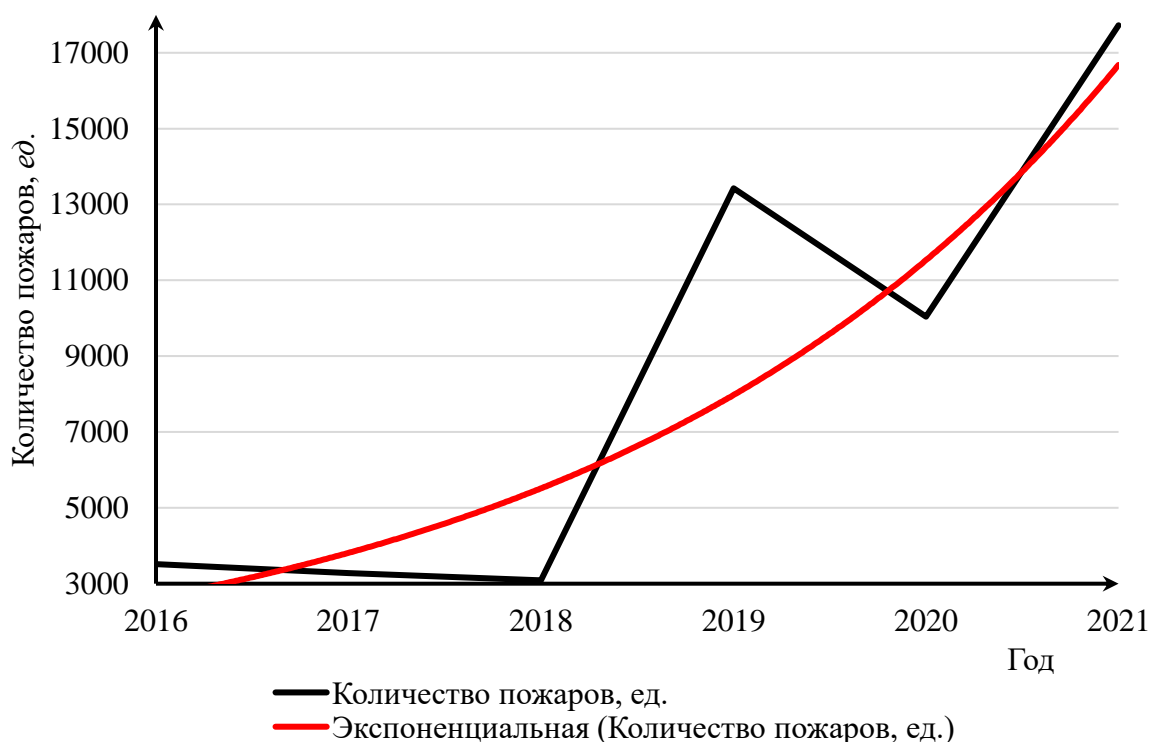


Рис. 1. Статистика пожаров в Московской области с прогнозом на 2021 г.

Опираясь на статистику, можно отметить, что на территории Московской области средняя нагрузка на единицу инспекторского состава составляет порядка 60 пожаров в год, при этом время, затрачиваемое на оформление данных мероприятий, пропорционально увеличилось из-за роста электронного и бумажного документооборота.

Для подробного рассмотрения вопроса увеличения времени, затрачиваемого на выполнение функции дознания, приведены основные показатели по количеству зарегистрированных пожаров и загораний, произошедших на территориях рассматриваемых в данной статье федеральных округов в 2016-2020 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Количество зарегистрированных пожаров на территориях Центрального, Приволжского и Сибирского федеральных округов за период 2016-2020 гг.

Наименование федерального округа	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Центральный	18085	17266	16677	56424	48236
Приволжский	14941	14084	14066	41854	38700
Сибирский	12448	12103	12209	42857	37472

Из приведённых данных можно сделать вывод о росте нагрузки в сфере дознания на единицу инспекторского состава в 2020 г. по сравнению с 2016 г. В Центральном федеральном округе число учитываемых пожаров увеличилось в 2,67 раз; в Приволжском федеральном округе – более, чем в 2.60 раз; в Сибирском федеральном округе число учитываемых пожаров увеличилось более чем в три раза.

Статистические данные показывают, что рост бумажного и электронного документооборота в сфере дознания характерен для всех рассматриваемых федеральных округов.

К основным функциям государственного пожарного надзора относятся:

- надзорно-профилактические мероприятия;
- дознание по делам о пожарах, а также о нарушениях обязательных требований пожарной безопасности;
- производство по делам об административных правонарушениях, связанных с пожарной безопасностью;
- ведение статистической отчётности по случившимся пожарам и их последствиям;
- взаимодействие с органами власти, общественными объединениями и организациями, по вопросам, относящимся к компетенции;
- государственные услуги.

Кроме основных мероприятий инспектор государственного пожарного надзора выполняет сезонные профилактические мероприятия, например операции: "Отопительный сезон", "Новый год", "Особый пожароопасный период" и др.

Перечисленные функции не затрагивают всех сфер работы инспектора, но показывают неравномерность распределения нагрузки в течение календарного года.

Для всестороннего рассмотрения вопроса увеличения нагрузки на инспекторский состав, авторы статьи приводят данные по опросу сотрудников гласного управления МЧС России по Нижегородской области. Методика экспертного опроса производилась после изучения ряда работ, посвящённых данной тематике [4, 5]. Среди одиннадцати основных факторов, выделенных в качестве влияющих на систему управления надзорной деятельностью, наиболее влияющими сотрудники выделили следующие: недостаточный уровень правовой защиты и поддержки инспектора, удалённость и транспортная доступность подведомственной территории, недостаточная поддержка условий труда.

Таким образом, несмотря на различные географические, социальные, демографические и экономические особенности, в рассмотренных округах существует ряд проблем, касаемых перегрузки инспекторского состава управлений надзорной деятельности и профилактической работы, которые необходимо решать. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о необходимости дальнейшей проработки вопроса распределения нагрузок на единицу инспекторского состава. В дальнейших исследованиях авторами будут предложены системы поддержки принятий управленческих решений для оптимизации трудозатрат инспекторов государственного пожарного надзора как для руководителя структурного подразделения, так и для подчинённых.

Литература

1. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Григорьева М.П. О некоторых закономерностях и особенностях Российской пожарной статистики // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. 2016. Т. 25, № 6. С.33-36.
2. Соколов С.В., Белов В.А., Белов Р.А. Анализ территориальных пожарных рисков в городах и сельских населённых пунктах Ярославской области // Проблемы анализа риска. 2011. Т. 8, № 3. С. 42-49.
3. Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А., Иванова О.В. О детализации пожарных рисков // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2011. № 1. С. 29-33.
4. Зуев Н.Ю., Хабибулин Р.Ш., Шихалев Д.В., Гудин С.В. Информационная технология экспертного опроса специалистов нефтегазовой отрасли для предотвращения пожаров на объектах защиты // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. 2018. Т. 27, № 5. <https://doi.org/10.18322/PVB.2018.27.05.17-25>
5. Порошин А.А. Вопросы нормирования ресурсной потребности пожарной охраны // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. №. 1. С. 507-512.

С.Н. Аникин, И.Г. Цокурова
УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ГИБЕЛИ ПОЖАРНЫХ
ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ
НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рассмотрена модель управления пожарно-спасательными подразделениями на основе применённых методов наблюдения, описания и моделирования, включающих в себя процесс управления рисками гибели пожарных, в том числе при помощи нейросетей.

Ключевые слова: риск, гибель, пожарный, металлургические предприятия

S.N. Anikin, I.G. Tsokurova
RISK MANAGEMENT OF FIREFIGHTERS' DEATHS
WHEN EXTINGUISHING FIRES AT METALLURGICAL ENTERPRISES

The authors considered a model of management of fire and rescue units based on the applied methods of observation, description and modeling, including the process of risk management of firefighters death, including using neural networks.

Key words: risk, death, fireman, metallurgical enterprises

Россия имеет развитую добывающую и перерабатывающую промышленность и подвержена риску различных катастроф, обусловленных опасными природными явлениями, стихийными бедствиями и техногенными авариями, в том числе на объектах металлургического комплекса. Металлургический комплекс представляет собой совокупность отраслей промышленности, производящих разнообразные металлы, и включает в себя технически-сложные производственные объекты, технологические установки и иное оборудование. Таким образом, пожар на металлургическом предприятии может повлечь за собой человеческие жертвы, большой материальный ущерб, что может привести к значительному удару по экономике, а также возникновение экологической катастрофы. Невосполнимый ущерб от пожаров определяется в том числе социальными последствиями пожаров – индивидуальным риском погибнуть на пожаре или получить травму той или иной степени тяжести.

Аварийно-спасательные формирования, которые принимают участие в ликвидации последствий пожара или чрезвычайной ситуации, несомненно подвергаются наибольшему риску травмирования и гибели на пожаре. В настоящее время отсутствует какая-либо методика расчёт рисков гибели и травмирования сотрудников, осуществляющих непосредственно тушение и ликвидацию пожара. В связи с этим остаётся не изученной область управления боевыми подразделениями на пожаре на определённых категориях объектов, в том числе на металлургических предприятиях, с учётом рисков для данных сотрудников. В связи с вышеизложенным, особенно актуальной

становится проблема управления боевыми подразделениями на металлургических предприятиях с учётом данных рисков, которая в полной мере всё ещё не решена. Таким образом, при решении задач тушения пожара на объекте в реальном времени руководителю тушения пожара (РТП) также необходимо учитывать данный фактор.

Российским учёным А.А. Сазоновым в своём исследовании была предложена формула для оценки индивидуального риска погибнуть на пожарах работников предприятий микробиологической и металлургической промышленности на основе концепции В. Маршала [1]:

$$R_n = \frac{N \cdot T \cdot t}{n \cdot k \cdot p \cdot t_1}, \quad (1)$$

где R_n – индивидуальный риск гибели пожарного при пожаре на промышленном предприятии; N – количество пожарных, погибших на пожарах за n лет на промышленных предприятиях (чел.); T – время, проведённое пожарным на пожаре (дн.); t – среднее время занятости пожарного в год (ч); n – период времени наблюдений выборки (лет); k – количество выполненных боевых задач (ед.); p – число недель в год (нед.) (const – 52); t_1 – число часов в неделю (ч).

Основы данной методики [2] впервые были использованы авторами для создания формулы расчёта индивидуального риска гибели (травмирования) пожарного при пожаре на промышленном предприятии с учётом введённого авторами коэффициента готовности выполнения основной задачи K_r :

$$R_n = \frac{N \cdot T \cdot t}{n \cdot k \cdot p \cdot t_1 \cdot K_r}; \quad (2)$$

$$K_r = \frac{S \cdot N_y \cdot N_k}{N_{kp}}, \quad (3)$$

где S – стаж работы в оперативной должности (лет); N_y – удельное время участия оперативного должностного лица (пожарного) в решении пожарно-тактических задач и пожарно-тактических учений на промышленных предприятиях (ч); N_k – количество пожарных, выполняющих весовое задание, влияющее на решение основной задачи (чел.); N_{kp} – показатель адекватности (критическое значение выполнения основной задачи) (чел.).

Одной из главных задач при организации тушения пожаров является максимально быстрый сбор и обработка данных, при этом следует учитывать, что последовательность действий по решению боевых задач при тушении пожаров в Российской Федерации является формализованной [3]. На сегодняшний день существующий порядок организации тушения пожаров представляет собой алгоритм субъективной оценки обстановки РТП и принятия решений на основе этой оценки. Пути, ведущие к решению

боевой задачи, взаимосвязаны и характеризуются параметрами пожара: скоростью выгорания, температурой, взрывами и другие явления и определяются рядом условий их проведения.

Таким образом, на пожарах происходят различные явления, взаимосвязанные друг с другом. Они протекают на основе общих физико-химических и социально-экономических законов, характеризуются соответствующими параметрами, знание которых позволяет определить количественные характеристики каждого явления, необходимые для качественной оценки обстановки на пожаре (формирования вывода на основе обобщения и анализа сведений о явлениях сопровождающих пожар) и принятия оптимального решения по его тушению. Оперативно тактические действия носят так же случайный характер и характеризуются решениями РТП и некоторыми заведомо известными параметрами [4].

Следует отметить, что в настоящее время идёт планомерная компьютеризация и цифровизация всех сфер жизни человека. Коснулось это в некоторой степени и области организации тушения пожара, что несомненно позволило ускорить принятие решений в некоторых ситуациях.

В любом случае на данном этапе развития пожарной науки алгоритм принятия и реализации решения руководителем тушения пожара даже с учётом работы нейронных сетей будет выглядеть следующим образом (рис. 1).

На сегодняшний день у некоторых подразделений уже имеются электронные планшеты, позволяющие в оперативном порядке извлечь необходимую информацию об объекте защиты из предварительно созданных в подразделениях баз данных, однако до сих пор эти манипуляции выполняются вручную и анализ исходных данных производится без какой-либо автоматизации, то есть зачастую компьютер на пожаре является устройством, содержащим данные без эвристической обработки.

Внедрение программного обеспечения на основе обученных нейронных сетей способно значительно ускорить принятие ключевых решений при тушении пожаров лицом, осуществляющим руководство тушением без качественного изменения самого метода тушения [5]. Следует отметить, что в области организации тушения пожаров и управления рисками гибели участников тушения пожара нейронные сети до настоящего времени не применялись и не исследовались несмотря на то, что нейронные сети, как метод машинного обучения был разработан ещё в 70-х годах XX века.

Схема поддержки принятия решений руководителем по снижению риска гибели (травмирования) пожарных на пожаре с учётом внедрения этапа обработки получаемых данных обученной нейросетью будет иметь вид (рис. 2).

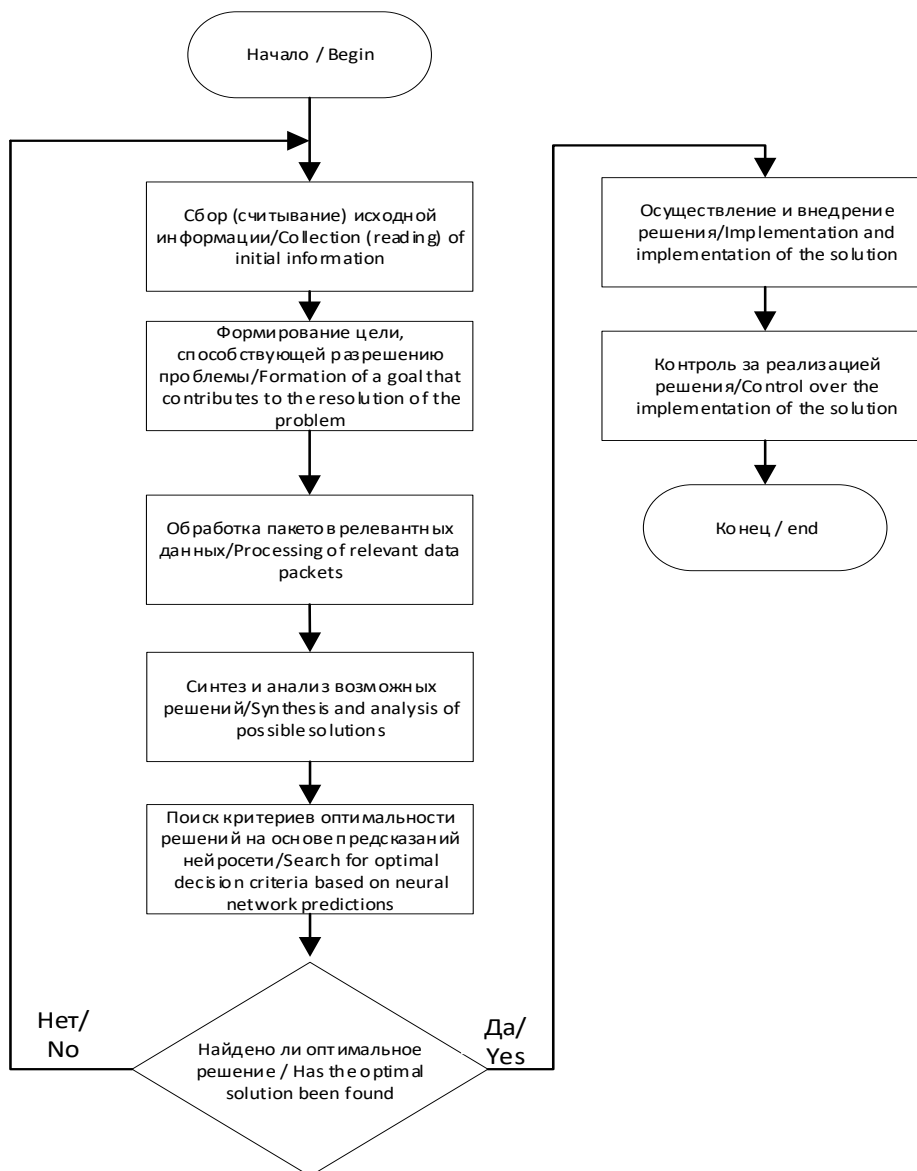


Рис. 1. Блок-схема алгоритма принятия решения руководителем тушения пожара

Совокупные данные по пожарам представляют из себя огромную базу данных, характеризующих временные, мощностные и экономические параметры реагирования пожарных подразделений в том числе при тушении металлургических предприятий, с учётом этого, формализация входных данных по складывающейся обстановке на пожаре позволит сформировать массив данных, который впоследствии будут обработаны предварительно обученной нейросетью.

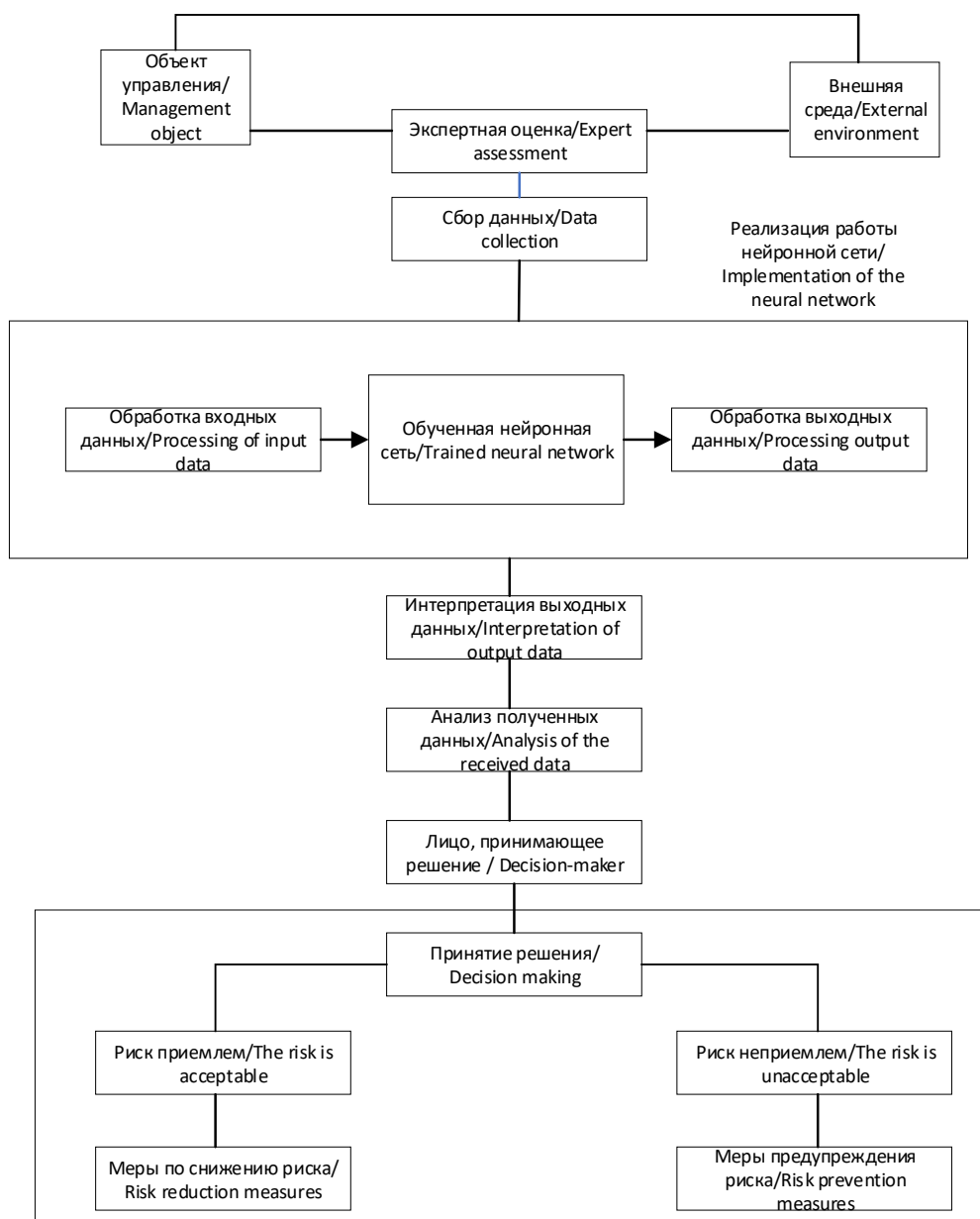


Рис. 2. Схема поддержки принятия решений по снижению риска гибели (травмирования) пожарных на пожаре с помощью обработки данных нейросетью

В заключении следует сказать, что применение нейросети в системе организации принятия решений при управлении расчётными рисками травмирования (гибели) пожарных в условиях крайнего дефицита времени является инновационным и перспективным подходом, позволяющим значительно снизить затрачиваемое время на принятие решений. Таким образом, целесообразность внедрения систем автоматизации, в том числе при организации тушения пожаров и управления рисками гибели участников тушения пожаров на металлургических предприятиях, является неоспоримым.

Литература

1. Сазонов А.А. Оценка экологических последствий пожаров на промышленных предприятиях (на примере Республики Хакасия): дис. канд. техн. наук. Иркутск, 2004. 195 с.
2. Маршалл В. Основные опасности химических производств / Под общ. ред. В.В. Чайванова. М.: Мир, 1989. 672 с.
3. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 (ред. от 28.02.2020) "Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ" (Зарегистрировано в Минюсте России 20.02.2018 № 50100).
4. Данилов М.М., Денисов А.Н., Опарин Д.Е. Некоторые аспекты принятия решений при управлении процессом тушения пожара // Матер. VI всеросс. науч.-практ. конф. "Актуальные проблемы обеспечения безопасности в РФ". В 2 ч, ч. 1. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. С. 143-145.
5. Лунёва Е.А. Искусственные нейронные сети. Методы обучения нейронной сети // Матер. VI всеросс. очной науч.-практ. конф. "Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы" – ИИС-2018. Юго-Западный государственный университет. 2018. С. 99-101.

А.А. Ефимов

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА ПЕРСОНАЛА ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ ПО ВОПРОСАМ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Приведены результаты опроса персонала торгово-развлекательных центров в области организации и управления эвакуацией людей при пожаре. Получены данные, формирующие социальный портрет интервьюируемых. Определены критерии выбора персоналом пути эвакуации, а также способы управления людьми при возникновении чрезвычайной ситуации. Установлены факторы, негативно влияющие на поведение персонала.

Ключевые слова: управление эвакуацией, опрос, персонал, пожар, торгово-развлекательный центр.

A.A. Yefimov

RESULTS OF A SURVEY OF THE PERSONNEL OF SHOPPING AND ENTERTAINMENT CENTERS ON THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF EVACUATION OF PEOPLE IN CASE OF FIRE

The article presents the results of a survey of the personnel of shopping and entertainment centers in the field of organizing and managing the evacuation of people in case of fire. The data that form the social portrait of the interviewees were obtained. The criteria for choosing the evacuation path by personnel, as well as ways of managing people in the event of an emergency, have been determined. The factors that negatively affect the behavior of the personnel have been identified.

Key words: evacuation control, survey, staff, fire, shopping and entertainment center.

Количество торговых центров в городах ежегодно возрастает. Трудность обеспечения пожарной безопасности на таких объектах заключается в большом количестве помещений с различным функциональным назначением, а также массовом пребывании людей. Пожары на таких объектах приводят к огромным человеческим жертвам, поэтому очень важно быстро и эффективно организовать эвакуацию в случае возникновения чрезвычайной ситуации [1].

Исследования, проведённые в различных странах, показали, что при получении сигнала о пожаре человек не сразу приступает к эвакуации. Первые действия, зачастую приводят к задержке времени начала эвакуации, которое может достигать относительно высоких значений. Например, при проведении учебной эвакуации в жилом здании оно составило 8,6 мин [2], а при пожаре в здании Всемирного Торгового Центра – 25,6 мин [3]. Именно эффективные действия персонала оказывают решающую роль при эвакуации. От них зависит время начала движения к выходам, выбор маршрута эвакуации и эмоциональное состояние посетителей и т.п. Однако, анализ пожаров и неанонсированных эвакуаций показал, что в настоящее время персонал не всегда имеет соответствующую подготовку и обучение, а также практических навыков действий по организации и управлению эвакуацией при возникновении пожара. Для определения факторов, негативно влияющих на организацию эвакуации, был проведён опрос персонала торгово-развлекательного центра (ТРЦ). Методика проведения опроса представлена в работе [4].

Рассмотрим некоторые результаты проведённого опроса. Данные относительно пола, возраста, образования интервьюеров представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика персонала

№ п/п	Параметр		Значение, %	
			Персонал магазинов	Сотрудники службы безопасности
1	Пол	Мужчина	24	92
2		Женщина	76	8
3	Уровень образования	Общее	12	27
4		Среднее специальное	52	49
5	Направление подготовки	Высшее	36	24
6		Техническое	49	67
7		Гуманитарное	51	33
8	Возрастная категория	18-25	25	3
9		25-45	55	38
10		45-60	19	55
11		Свыше 60	1	4

Из табл. 1 видно, что к персоналу магазинов (менеджеры, продавцы-консультанты, кассиры) в основном относятся молодые девушки, что не скажешь про сотрудников службы безопасности. В данной категории персонала преобладают мужчины, половина которых в возрасте от 45 до 60 лет.

Был выявлен важный факт. Почти половина персонала магазинов (45 %) считает, что организация эвакуации не входит в их обязанности. Среди сотрудников службы безопасности тоже встречались такие ответы, но их процент гораздо ниже (3 %). Таким образом можно сделать вывод

о том, что персонал магазинов недостаточно подготовлен в области организации и управления эвакуацией людей при пожаре, кроме того, на основе проведенного исследования, можно сделать предположение, что большая часть тренировок по эвакуации проводится формально (без активации систем предотвращения пожара). Тренировка должна проводиться с подачей сигнала о возникновении условного пожара, проведением эвакуации, тушением условного пожара и организацией встречи сотрудников МЧС.

Следует отметить, что почти все интервьюеры не сталкивались с реальной обстановкой пожара. В случае возникновения реальной ситуации данный факт может негативно отразиться на их поведении. В тоже время, уверенность в пожарной безопасности здания у сотрудников охраны составляет 91 %, а у персонала магазинов лишь 64 %. Данный факт можно объяснить тем, что женщины склонны воспринимать опасность более значительно [5]. Ожидаем был тот факт, что сотрудники службы охраны знают план эвакуации из здания лучше (99 %), чем персонал магазинов (90 %). Это может быть связано с знанием планировки торгового центра.

В анкете сотрудникам службы безопасности требовалось указать критерии выбора пути эвакуации. Полученные ответы представлены в табл. 2.

Таблица 2

Критерий выбора пути эвакуации	Количество чел.
Безопасный	7
Ближайший	347
Отсутствие открытого пламени и задымления	1
Затрудняюсь ответить	5
Ближайший безопасный	11
Наиболее знакомый	6
Наиболее удобный	2
Ближайший наиболее знакомый	3
Противоположный опасному	2

Из табл. 2 видно, что сотрудники службы безопасности ТРЦ при организации эвакуации людей отдают предпочтение ближайшему выходу. Если рассматривать персонал магазинов, то большинство из них (85 %) ответило также.

В рамках проведения опроса было важно получить информацию как персонал планирует управлять людьми во время эвакуации. Интервьюерам было предложено четыре варианта ответа с возможностью выбора нескольких вариантов. Полученные результаты представлены на рис. 1 и 2.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что все категории персонала ТРЦ будут управлять людьми в основном голосом и жестами. Роль "ведущего" предполагает, что персонал выберет группу людей и проследует вместе с ними до самого выхода. Данный вариант ответа преобладает у персонала магазинов (23,4 %).

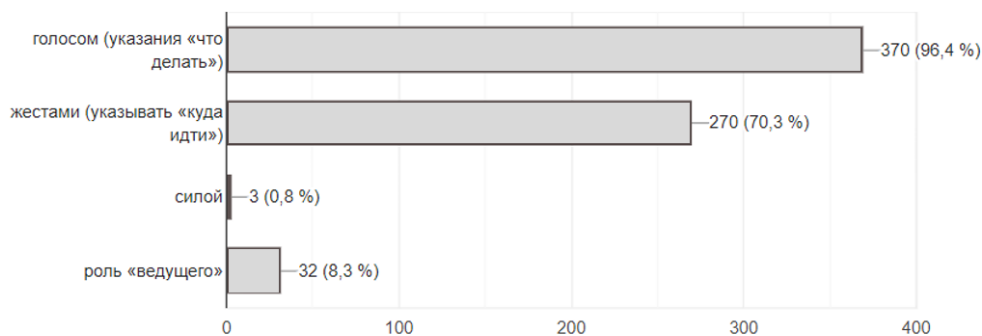


Рис. 1. Способы управления людьми во время эвакуации (сотрудники службы безопасности)

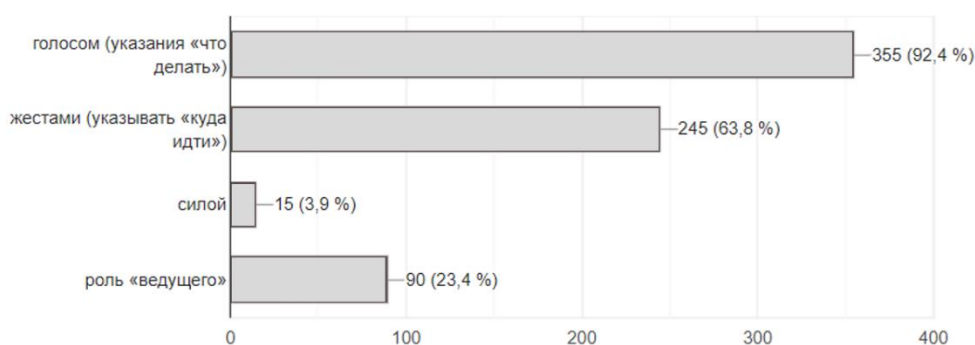


Рис. 2. Способы управления людьми во время эвакуации (персонал магазинов)

Результаты проведённого опроса позволят разработать математическую модель и алгоритмы поведения персонала при организации и управлении эвакуацией людей. Определено дальнейшее направление работы: проведение компьютерного моделирования эвакуации при пожаре с учётом разработанной модели с целью оценки существующей модели принятия решений и подбора наиболее рациональных действий для организации и управления эвакуацией.

Литература

1. Бахарев В.Е., Зальцман В.С., Фомин Д.С. Пожары, произошедшие на объектах с массовым пребыванием людей в Российской Федерации за период с 2009 года по 2018 год // World Science: Problems and Innovations. 2019. С. 85-88.
2. Proulx G., Fahy R.F. The time delay to start evacuation: review of five case studies // Proceedings of the Fifth International Symposium "Fire Safety Science". 1997. Pp. 783-794.
3. Proulx G., Fahy R. Human Behaviour in the World Trade Centre Evacuation // Proceedings of the Fifth International Symposium "Fire Safety Science". 1997.
4. Ефимов А.А., Шихалев Д.В., Григорян Р.А. Методика опроса персонала торгово-развлекательных центров для формализации процесса принятия решений по организации и управлению эвакуацией // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2021. № 2. С. 54-60. <https://doi.org/10.25257/FE.2021.2.54-60>
5. Карманчиков А.И., Тройникова А.А. Прогнозирование и формирование оптимального поведения человека в чрезвычайных ситуациях // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. 2014. №. 4. С. 66.

Ш.К. Кадиев

ИНФОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ

Приводится анализ публикаций, посвящённых проблеме разработки инфологических моделей для разработки баз данных. Предлагается два метода к созданию базы данных по ЧС. В рамках первого метода представлена онтологическая модель деятельности ЦУКС при получении сообщения о ЧС. Второй этап, основанный на разработке инфологической модели представлен в докладе. Описаны основные сущности модели и их связи, представлена инфологическая модель данных по ЧС по стандарту IDEF1X.

Ключевые слова: инфологическая модель, база данных, чрезвычайная ситуация, системы поддержки принятия управленческих решений.

Sh.K. Kadiyev

INFOLOGICAL MODEL FOR DEVELOPING AN EMERGENCY DATABASE

The analysis of publications devoted to the problem of developing infological models for the development of databases is given. Two methods are proposed for creating an emergency database. Within the framework of the first method, an ontological model of the CMC activity is presented upon receipt of an emergency message. The second stage, based on the development of an infological model, is presented in the report. The main entities of the model and their connections are described, an infological data model for emergencies according to the IDEF1X standard is presented.

Key words: infological model, database, emergency, management decision support systems.

На сегодняшний день системы управления базами данных имеют широкое распространение. Роль баз данных постоянно увеличивается во всех сферах профессиональной деятельности. Совершенствование применения баз данных в области ликвидации и предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и пожаров открывает большие возможности для разработки систем поддержки принятия управленческих решений для руководителей ликвидации ЧС и других ответственных лиц.

Одной из целей проводимого исследования является задача по разработке унифицированной базы данных по учёту ЧС природного и техногенного характера. В настоящее время отсутствует единая база данных по учёту ЧС как на федеральном, так и на региональных уровнях. Отсутствие базы данных значительно уменьшает круг возможностей специалистов в рамках работ по совершенствованию систем поддержки принятия решений и практически сводит к нулю показатели такой важной функции в современном цифровом поле, как управление данными. На основе

информации из базы данных возможно создание моделей классификации ЧС с использованием методов машинного обучения, что, в свою очередь, даст возможность руководителям и специалистам более эффективно определять силы и средства для ликвидации ЧС. На сегодняшний день информация по реагированию на ЧС обобщается центрами управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) и передаётся в виде информационных писем и справок, что значительно сокращает возможности работы с данными и управления ими для совершенствования реагирования на ЧС.

В настоящее время рассматриваются два основных подхода к составлению базы данных по ЧС. Онтологический подход подразумевает под собой описание событий, отдельно взятых ЧС в виде онтологических моделей с последующим составлением типовой онтологической модели. В рамках первого подхода разработана онтологическая модель деятельности ЦУКС при получении сообщения о ЧС [1] (рис. 1).

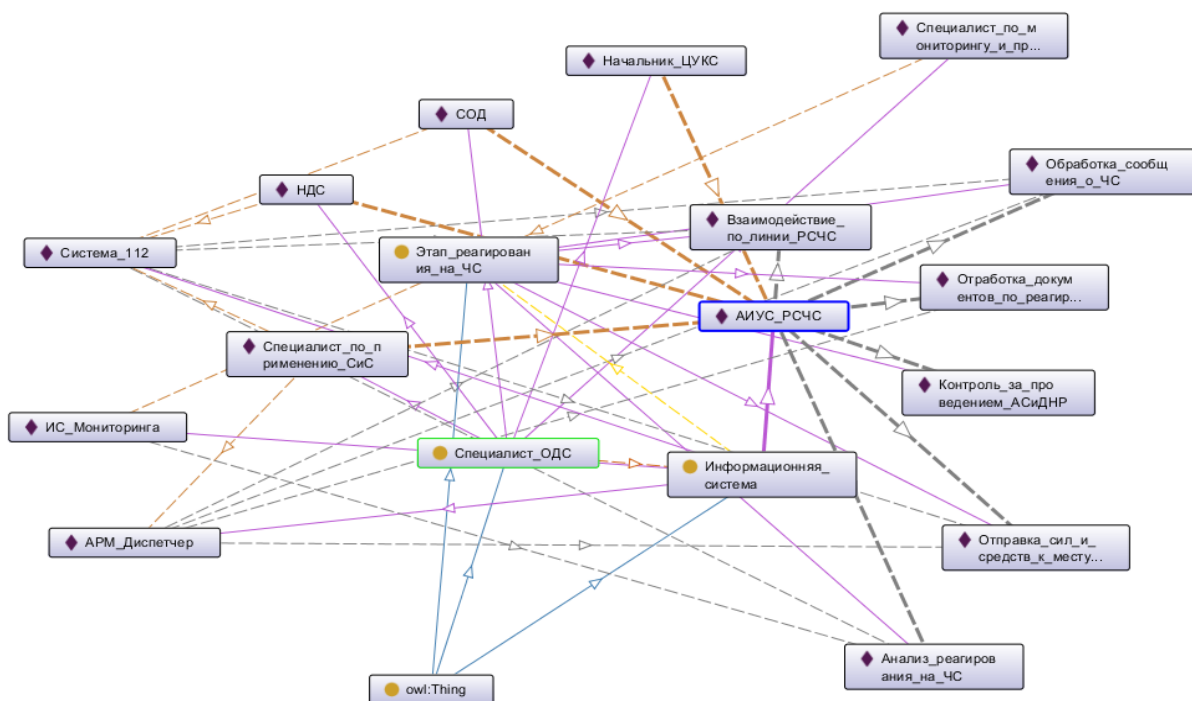


Рис.1. Онтологическая модель деятельности ЦУКС при получении сообщения о ЧС

Второй подход, который рассматривается в данном докладе, основан на разработке структуры базы данных с использованием инфологической модели данных по стандарту IDEF1. Были проанализированы работы

исследователей в рамках разработки инфологических моделей данных в рассматриваемой предметной области [2-5]. В работах авторы отмечают необходимость разработки базы данных и важность одного из этапов жизненного цикла разработки базы данных – проектирования. Исходя из анализа выявлено, что наибольшую популярность имеет метод создания моделей по типу "сущность-связи". История использования модели "сущность – связь" претерпела различные модификации, известны несколько её нотаций. Наиболее популярной в настоящее время является нотация, в большей степени приближенная к реальному процессу проектирования баз данных, а именно – методология информационного моделирования IDEF1X. Для составления инфологической модели базы данных по ЧС необходимо выделить основные элементы: сущности, связи между ними и их атрибуты. Связь – это ассоциация, установленная между сущностями.

В рамках разрабатываемой инфологической модели были определены следующие основные атрибуты (сущности):

- адрес места возникновения ЧС;
- вид ЧС;
- количество пострадавших, погибших;
- материальный ущерб;
- привлечённое количество сил и средств;
- метеорологические условия.

Каждой из сущностей определены свойства и связи, которые графически отображены на рис. 2. *Адрес* включает в себя всю административно территориальную информацию (субъект, город, улица, дом), *Метеорологические условия* описывают погодные явления на территории ликвидации ЧС, сущность *Вид ЧС* определяет один из перечисленных в списке техногенных ЧС. В блоке *Материальный ущерб* фиксируется сумма ущерба и территория, охваченная ЧС, *Силы и средства* обозначают количество людей и техники на месте ЧС, *количество пострадавших, погибших* – этот блок обозначает количество жертв ЧС.

В рамках дальнейших исследований будет производиться сбор информации по произошедшим ЧС для пополнения базы данных, с помощью которой планируется разработать программный продукт по классификации ЧС на основе моделей машинного обучения и онтологического подхода.

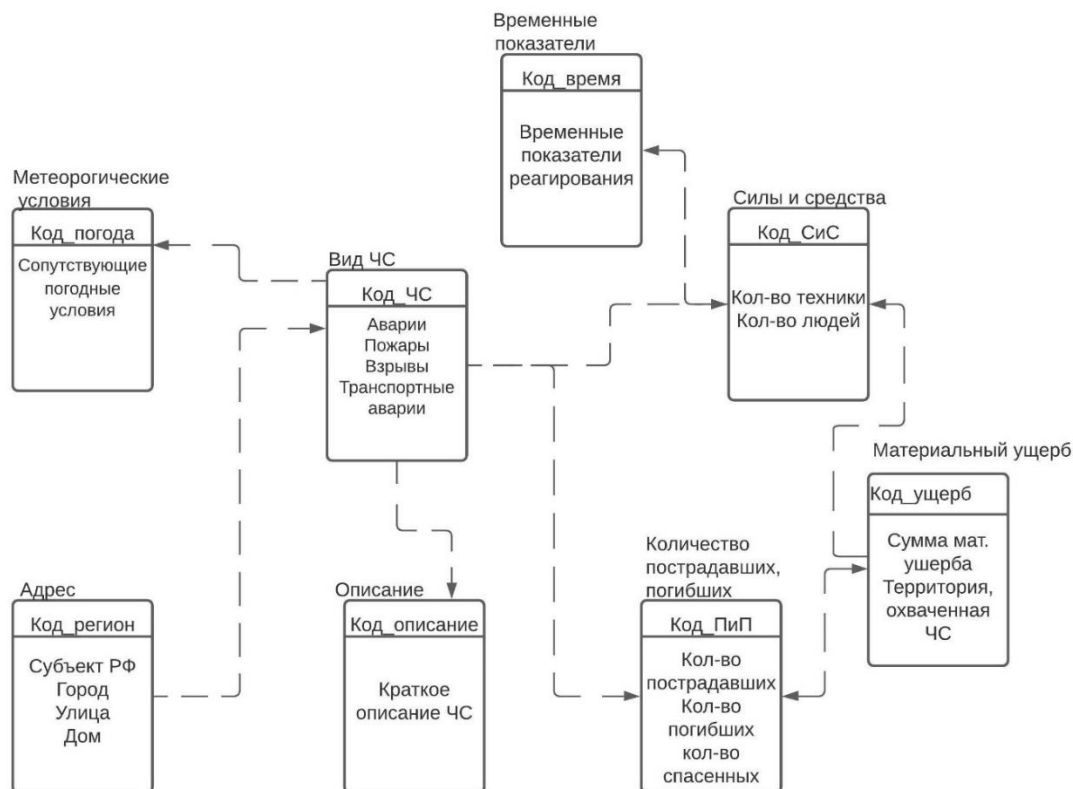


Рис. 2. Инфологическая модель данных по ЧС

Литература

1. Кадиев Ш.К. Функциональная модель деятельности центров управления в кризисных ситуациях при получении сообщения о ЧС // Матер. X-й междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов "Проблемы техносферной безопасности – 2021". М.: Академия ГПС МЧС России. 2021. С. 219-223.
2. Убалехт И.П. Построение схем баз данных с учётом связей между атрибутами сущностей инфологической модели // Динамика систем, механизмов и машин. 2012. С. 285-288.
3. Белоусов А.В., Толкачева О.С., Баева В.Г. Разработка концептуальной модели базы данных информационно-справочных СППР // Сб. науч. тр. XXI междунар. науч.-практ. конф. "Системный анализ в проектировании и управлении". В 2-х т. Т. 2. СПб.: СПбПУ, 2017. С. 297-301.
4. Юсупова Д. Ж. Возможности семантической модели ERD на этапе инфологического проектирования базы данных // Сб. науч. ст. 9-й междунар. науч.-практ. конф. "Современные материалы, техника и технология". Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. С. 423-425.
5. Шуляк Я.В. Построение инфологической модели базы данных // Сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. "Анализ проблем внедрения результатов инновационных исследований и пути их решения". В 2-х т. Т. 2. Уфа: изд-во ООО "Омега Сайнс", 2020. С. 117-122.

Р.Р. Шангараяев

ЧИСЛЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ВЛИЯНИЮ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ НА ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ОГНЕВЫХ ШАРОВ

Проведён численный эксперимент по оценке влияния газодинамических потоков на тепловые нагрузки, возникающие при образовании огневых шаров. Рассмотрены сценарии развития аварийной ситуации. Показано, что в некоторых случаях существующие методики не позволяют спрогнозировать последствия аварии с образованием огневого шара

Ключевые слова: моделирование огневого шара, тепловое излучение, перегретая жидкость.

R.R. Shangarayev

NUMERICAL EXPERIMENT ON THE INFLUENCE OF GAS-DYNAMIC FLOWS ON HEAT LOADS DURING THE FORMATION OF FIREBALLS

A numerical experiment was carried out to assess the effect of gas dynamic flows on thermal loads arising from the formation of fireballs. Scenarios of the development of an emergency situation are considered. It is shown that in some cases, existing methods do not allow predicting the consequences of an accident with the formation of a fireball.

Key words: fireball simulation, thermal radiation, superheated liquid.

Нередко происходят аварийные ситуации с образованием огневых шаров (ОШ). Данное явление сопровождается значительным тепловым излучением при коротком времени существования, что приводит к термическим ожогам и гибели людей. В зарубежной литературе данное явление называется *BLEVE* (*Boiling liquid expanding vapor explosion*) – взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости.

Огневые шары возникают при выбросе перегретых углеводородных топлив, в результате чего данная парокапельная смесь с концентрацией выше верхнего концентрационного предела воспламенения начинает прогорать по оболочке по мере поступления кислорода.

Например при аварии в Гуд-Хоупе (США, 1979 г.) вследствие разрушения резервуара, содержащего 100 тонн жидкого бутана, при температуре окружающей среды 26 °С произошёл взрыв с образованием огневого шара радиусом $R = 127$ м (по наблюдению журналистов огневой шар имел радиус $R = 120-150$ м и продолжительность горения не менее 60 с).

Или 5 июля 2000 г. на территории УПТК ОАО⁷ "Омскнефтепроводстрой" в г. Омск при сливе бензина из железнодорожной цистерны (ЖДЦ) произошло её возгорание. Вследствие теплового воздействия произошёл взрыв ЖДЦ с последующим образованием огневого шара. В результате аварии погибли 5 человек, 85 человек получили травмы.

⁷ УПТК ОАО – Управление производственно-технологической комплектации открытого акционерного общества

Существующие нормативные документы, в которых изложены методики определения поражающих факторов при возникновении огневых шаров упрощают схематизацию данного явления, а именно предполагают стационарное развитие аварийной ситуации (огневой шар неподвижен).

Для рассмотрения движения огненного шара решалась система дифференциальных уравнений, которая описывает силовое воздействие среды на огневой шар, апробация данного подхода изложена в [1]:

$$\begin{cases} \frac{dH}{dt} = v; \\ (m_{\text{пр}} + V_{\text{ш}} \cdot \rho_{\text{ш}}) \cdot \frac{dv}{dt} = \rho_{\text{ср}} V_{\text{ш}} g - \rho_{\text{ш}} V_{\text{ш}} g - C_X S_{\text{ш}} \cdot \rho_{\text{ср}} \cdot \frac{v^2}{2}, \end{cases} \quad (1)$$

где H – координата центра ОШ; v – скорость центральной точки ОШ; $V_{\text{ш}}$ и $S_{\text{ш}}$ – объём и площадь сечения ОШ; $R_{\text{ш}}$ – радиус ОШ; $\rho_{\text{ш}}$ – плотность ОШ; C_X – коэффициент лобового сопротивления; $\rho_{\text{ср}}$ – плотность среды; g – ускорение свободного падения; $m_{\text{пр}}$ – присоединённая масса.

Так как по мере подъёма огневой шар изменяется в размерах (диаметр огненного шара) использовалось уравнение [2]:

$$D(t) = 8,664 \cdot m^{\frac{1}{4}} \cdot t^{\frac{1}{3}}, \quad (2)$$

где m – масса вещества в сосуде; t – время существования ОШ (огневой шар достигает своего максимального размера в первую треть времени существования, оставаясь постоянным до того, как полностью не прогорит [2]).

Время существования ОШ рассчитывалось по формуле [2]:

$$t = 0,9 \cdot m^{0,25}. \quad (3)$$

При условии того, что известно движение ОШ, путём решения уравнения (1) можно спрогнозировать возможное тепловое излучение, используя уравнение (4) которое описывает значение коэффициента углового излучения при диффузионном горении на элементарную площадку [3].

$$F_q = \frac{\cos \varphi}{R^2} \cdot R_s^2, \quad (4)$$

где R_s – радиус сферы (ОШ); R – расстояние от центра сферы (ОШ) до центра элементарной площадки; φ – угол между нормалью к площадке и вектором, соединяющим центр сферы (ОШ) и центр площадки.

Интенсивность теплового излучения можно посчитать из уравнения [2]:

$$q_s = 0,0133 \cdot f \cdot H_c \cdot m^{1/12}, \quad (5)$$

где

$$f = 0,27 \cdot P^{0,32},$$

где P – давление взрыва; H_c – теплота сгорания топлива.

Интенсивность теплового излучения можно посчитать по формуле:

$$E = q_s \cdot F_q.$$

Разберём возможную аварийную ситуацию, с участием автомобильной цистерны с бензином ёмкостью 40 м^3 . В результате разгерметизации образовался огневой шар. Рассмотрим влияние ветра (газодинамических потоков), а также всплытия на последствия, которые могут произойти при данном сценарии аварийной ситуации.

Итак, при сценарии 1 (рис. 1) тепловые нагрузки, возникающие при образовании огневого шара, выглядят следующим образом (данную схематизацию процесса образования огненного шара предлагают существующие нормативные документы):

$$E_x = 1 - 24,8; 2 - 25,4; 3 - 26,1; 4 - 26,7; 5 - 27,2 \text{ кВт/м}^2;$$

$$E_z = 1 - 10,02; 2 - 9,6; 3 - 9,2; 4 - 8,7; 5 - 8,2 \text{ кВт/м}^2.$$

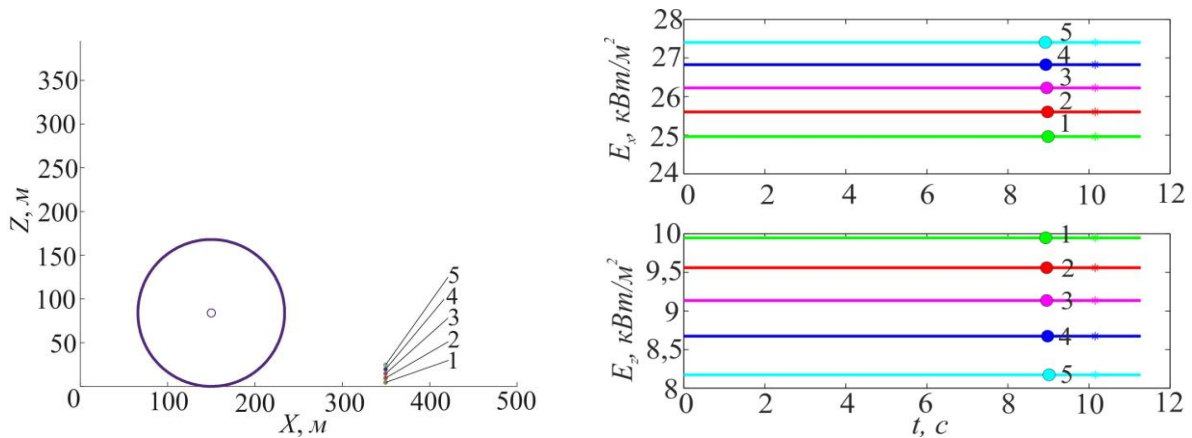


Рис. 1. Сценарий 1

При сценарии 2 (рис. 2) тепловые нагрузки, возникающие при образовании огневого шара выглядят так:

$$E_x = 1 - 30,5; 2 - 30,5; 3 - 30,5; 4 - 30,5; 5 - 30,5 \text{ кВт/м}^2;$$

$$E_z = 1 - 11,6; 2 - 11,6; 3 - 11,5; 4 - 11,3; 5 - 11,2 \text{ кВт/м}^2.$$

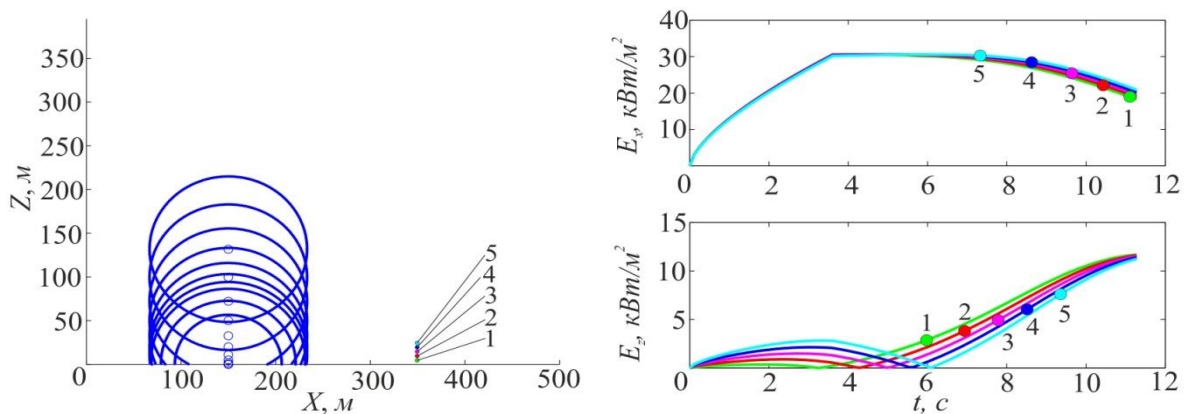


Рис. 2. Сценарий 2

И при сценарии 3 (рис. 3) тепловые нагрузки, возникающие при образовании огневого шара выглядят так:

$$E_x = 1 - 42,6; 2 - 43,4; 3 - 44,2; 4 - 45,0; 5 - 45,7 \text{ кВт/м}^2;$$

$$E_z = 1 - 22,07; 2 - 22,3; 3 - 22,5; 4 - 22,6; 5 - 22,8 \text{ кВт/м}^2.$$

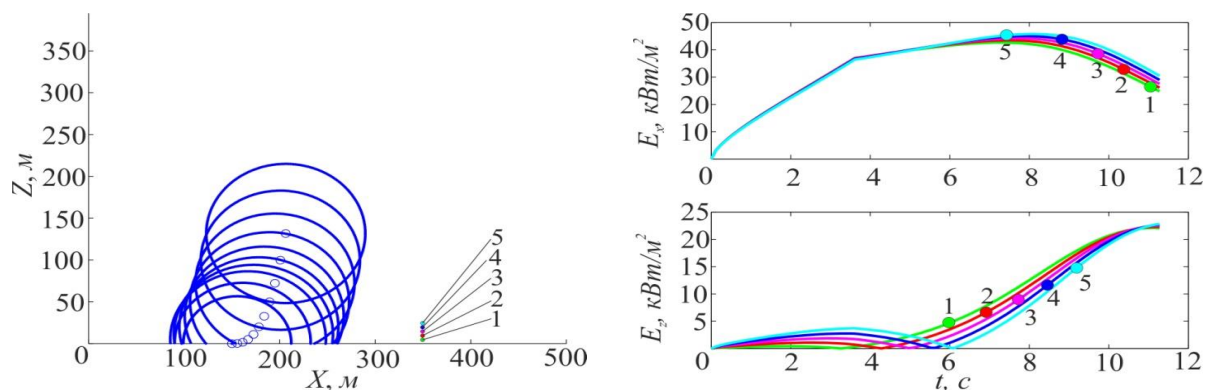


Рис. 3. Сценарий 3

Таким образом, из полученных расчётов можно сделать вывод о том, что газодинамические потоки существенно влияют на тепловые нагрузки, возникающие при авариях, сопровождающихся образованием огневых шаров.

Существующие методики [4, 5] этого не учитывают. В отдельных случаях, например, в плотной городской застройке, вблизи уникальных объектов существующие нормативы не применимы. В данных случаях необходимо использовать методики, учитывающие движение огневого шара.

Литература

1. Шангараев Р.Р., Комаров А.А., Грохотов М.А. Исследование кинематики огненного шара // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2021. № 1. С. 58-63. <https://doi.org/10.25257/FE.2021.1.58-63>
2. William E. Martinsen, Jeffrey D. Marx. An improved model for the prediction of radiant heat from fireballs // International Conference and Workshop on Modeling Consequences of Accidental Releases of Hazardous Materials. San Francisco, California, 1999.
3. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. М.: Мир, 2002. 461 с.
4. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с изм. № 1).
5. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

М.В. Шевцов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА АЭРОСНИМКОВ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ПОЖАРНОЙ ОБСТАНОВКИ

Представлено исследование нейросетевой модели анализатора аэроснимков, полученных с квадрокоптера при мониторинге пожарной обстановки автономной территориальной единицы. Для реализации модели предложено классифицировать сегменты снимков, полученных из видеопотока, размеры которых меняются в зависимости от обнаруженной зоны интереса.

Ключевые слова: анализ пожарной обстановки, беспилотный летательный аппарат, поток видеоданных, автономные интеллектуальные агенты, нейронные сети.

M.V. Shevtsov

AUTOMATED SYSTEM FOR ANALYZING AERIAL PHOTOGRAPHS DURING MONITORING A FIRE SITUATION

The paper presents a study of a neural network model of an analyzer of aerial photographs obtained from a quadcopter while monitoring the fire situation of an autonomous territorial unit. To implement the model, it is proposed to classify segments of images obtained from a video stream, the sizes of which vary depending on the detected area of interest.

Key words: analysis of the fire situation, unmanned aerial vehicle, video data stream, autonomous intelligent agents, neural networks.

Определение дислокации пожаров с помощью компьютерного зрения с достаточной точностью и оперативностью является трудной задачей [1]. Принято, что в качестве дескрипторов для определения координат источника возгорания используется температурная карта, полученная посредством тепловизора или инфракрасной камеры. Однако на инфракрасных камерах пожарами будут выглядеть места с высокой температурой воздуха, а некоторые участки поверхности будут приняты за источники тепла только из-за особенностей отражения света. К тому же такие камеры существенно дороже. Поэтому при использовании в мониторинге пожарной обстановки дронов, входящих в автоматизированную систему мониторинга пожарной обстановки, на их борту для поиска очага пожара целесообразно устанавливать RGB-камеры, который используются для съёмки всего района, а фотографии затем анализируются посредством автономных интеллектуальных агентов (АИА), построенных на основе моделей машинного обучения [2, 3].

Для анализа RGB-изображений в настоящее время широко используются свёрточные нейронные сети (СНС) различной архитектуры. Однако у них имеются два существенных недостатка, которые препятствуют их использованию в автоматизированной системе оценки пожарной обстановки. Первый недостаток связан с большим потоком видеоданных, поступающих с видеокамер дрона на СНС в процессе мониторинга. Это обстоятельство не позволяет удовлетворить требования по оперативности анализа снимков.

Второй недостаток СНС связан с тем, что СНС классифицирует снимок в целом, тогда как на пульте лица, принимающего решение (ЛПР), необходимо передать координату возгорания, то есть классификация снимка должна осуществляться сегментарно, что снижает преимущества СНС при решении этой задачи.

За основу построения классификатора пожарной обстановки взят метод классификации RGB-видеоданных, поступающих от видеокамеры дрона, основанный на понятии каскадного окна [4]. Сущность метода классификации, используемого в этой системе, состоит в том, что каждый снимок пошагово разбивается на квадратные сегменты уменьшающегося размера, которые последовательно сканируются по правилу строчной развёртки. Решения по принадлежности сегмента к одному из классов пожароопасности – "пламя", "дым", "чисто" – принимается классификатором по дескрипторам, полученным по результатам анализа соответствующего сегмента снимка.

Таким образом, если имеет место крупный пожар, то выбор крупных сегментов вначале сканирования обеспечивает оперативность принятия решения в системе в целом. Такой подход к классификации также может обеспечить двухступенчатую классификацию, когда на более крупном масштабе выбирается область интереса (ROI), а затем эта область сканируется на более мелком масштабе [3].

На выходах классификатора, построенного по предлагаемому методу, будет представлено не само искомое изображение в бинарной форме, а только класс пожароопасности соответствующего сегмента. При этом классификаторы выделяемых сегментов построены не на методах попиксельной классификации, а по методу сегментарной классификации таким образом, что все пиксели изображения, попавшие в выделенный сегмент, по результатам анализа которого формируются дескрипторы, относятся к одному классу.

Процедура формирования сегментов снимка заключается в том, что растровое изображение декомпозируется на некоторое количество уровней. Каждый уровень содержит множество потомков – изображений. Изображение верхнего уровня является "материнским" изображением для множества изображений-потомков нижнего уровня, как и изображение нижнего уровня является "материнским" для изображений следующего (нижнего по отношению к этому изображению) уровня [5].

Для того, чтобы отобразить классы опасности на исходном (не сегментированном) снимке, сегменты кодируются. Каждый сегмент на определённом уровне разбивается на четыре сегмента. Сегменты имеют одинаковые размеры. Каждый сегмент, в зависимости от решения ЛПР, которое определяется спецификой объекта мониторинга и уровнем пожароопасности,

классифицируется либо на два класса: "ROI" и "не ROI", либо на три вышеупомянутых класса, характеризующих конкретный класс пожароопасности обстановки в сегменте снимка. Если принимается решение, что этот сегмент "ROI", то он переводится на следующий уровень с последующим делением на четыре одинаковых сегмента, а если классифицируется как "не ROI", то осуществляется переход на классификацию следующего сегмента [5].

Каждый сегмент в полученной иерархии кодируется соответствующим числом, которое описывает его статус в этой иерархии, то есть его отношение к сегментам предшествующего (вышестоящего) уровня. Для каждого уровня декомпозиции формируется свой АИА. Агрегирование их решений осуществляет "сильный" классификатор.

Структурная схема классификатора, построенного по такому принципу, представлена на рис. 1. Блок формирования сегментов делит снимок на квадратные сегменты и осуществляет их расщепление на три RGB-изображения, которые поступают на блоки формирования дескрипторов. Векторы дескрипторов подаются на соответствующие входы классификаторов, которые в этой архитектуре выступают как "слабые" классификаторы. "Сильный" классификатор, выполненный по схеме многослойного персептрона, осуществляет агрегацию их решений.

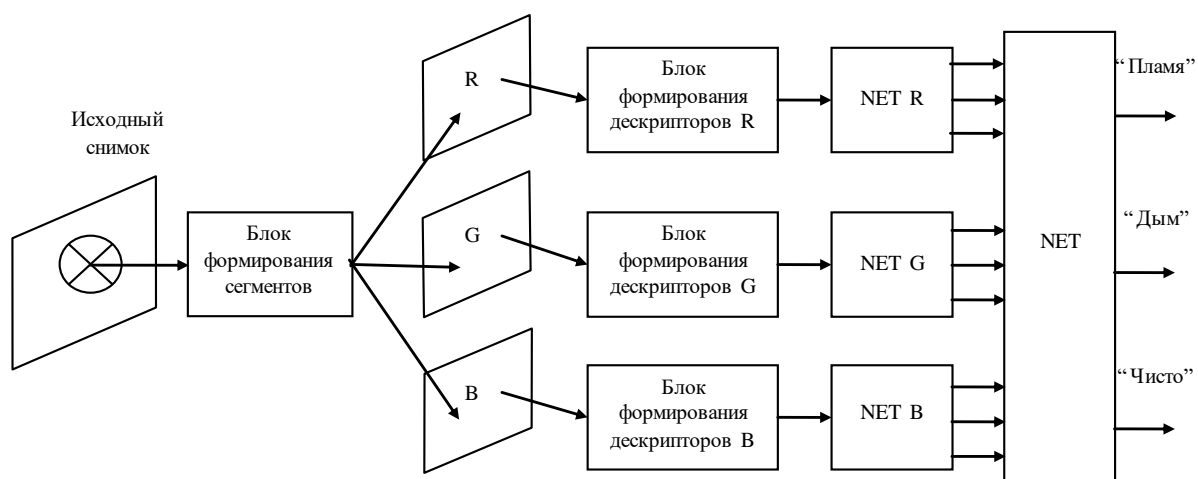


Рис. 1. Структурная схема классификации видеоданных

Снимки формировались из различных источников по видеопотокам, поступающих с дронов. Для формирования базы данных снимков для формирования обучающих и контрольных выборок из каждого ролика извлекалось множество кадров, что позволяет быстро получить большой и качественный DataSet. Снимки сегментировались в полуавтоматическом режиме. Затем выделенные сегменты маркировались в ручном режиме. Таким образом, была получена база данных для формирования обучающих выборок на три класса сегментов.

Обучающие выборки включают множество дескрипторов с соответствующим маркером класса. Если в системе используются динамические сегменты, принцип формирования которых изложен [5], то обучающие выборки формируются для каждого размера сегмента, так как размер вектора дескрипторов и значения его компонент зависят от его размера. В этом случае "слабые" и "сильные" классификаторы настраиваются для каждого размера сегмента. Таким образом, оптимизация оперативности принятия решений в системе требует дополнительных усилий по настройке классификаторов и увеличивает как объём обучающих выборок, так и количество классификаторов.

Апробация системы показала её высокую помехоустойчивость к погодным аномалиям. Маршруты патрулирования дронов согласуются с метеосводками и дроны направляются в "красные зоны". Это районы, в которых температура воздуха, направление и сила ветра, влажность и атмосферное давление повышают вероятность возникновения пожаров. Система определяет на снимках области, в которых высоки вероятности огня и дыма. Красная рамка или подсветка на аэроснимке с дрона определяет границы возгорания с вероятностью 67 %. Решение, есть ли на самом деле в этой координате огонь или дым, принимается ЛППР по результатам анализа потока видеоданных, обработанных системой.

Литература

1. Корневский Н.А., Филист С.А., Красковский А.Б. и др. Теория проектирования нечетких сетевых экспертных систем для управления медико-экологической безопасностью // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2009. № 9-1 (64). Т. 11. С.146-151.
2. Филист С.А., Дюдин М.В., Зуев И.В. и др. Автоматические классификаторы сложно структурируемых изображений на основе мультиметодных технологий многокритериального выбора // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Системы и средства отображения информации и управления спецтехникой (СОИУ). 2015. Вып. 1. С. 130-140.
3. Gundar S.V., Danilov M.M., Denisov A.N., Klyauzov A.Ju. Algorithm of calculation of boundary conditions of fires suppression with the use of aircraft // Матер. 24-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2015". М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. С. 186-188.
4. Филист С.А., Дабагов А.Р., Томакова Р.А. и др. Многослойные морфологические операторы для сегментации сложноструктурируемых растровых полутоновых изображений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика, медицинское приборостроение. 2019. Т. 9, № 3. С. 44-63.
5. Цокурова И.Г., Денисов А.Н., Самойленко С.А., Остапчук М.Л. Применение беспилотных летательных аппаратов типа квадрокоптер "DJI INSPIRE 1V 2.0" при поиске людей на местности // Наука, техника и образование. 2018. № 11 (52). С. 43-46. <https://doi.org/10.20861/2312-8267-2018-52-00>

СЕКЦИЯ 2

СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ

Ласло Пимпер, Г.В. Хорват, Лайош Катаи-Урбан (Венгрия)
РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ТУШЕНИЯ
ПОЖАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РЕЗЕРВУАРАХ

Эффективное тушение пожаров в резервуарах требует комплексного и высокопрофессионального подхода. Тушение пожаров на объектах хранения и переработки углеводородов невозможно без координации работы всех участников процесса. Авторы доклада анализируют возможности использования фторированных и нефторированных пенообразователей для тушения пожаров нефтепродуктов в резервуарах с учётом экологических аспектов проблемы.

Ключевые слова: тушение пожаров в резервуарах, пожары нефтепродуктов, пенообразователи, экология.

László Pimper, Galina Horváth, Lajos Kátai-Urbán (Hungary)
DEVELOPMENT OPPORTUNITIES
OF HYDROCARBON TANK FIREFIGHTING

Effective suppression of tank fires requires an integrated and highly professional approach. Fighting fires at hydrocarbon storage and processing facilities is impossible without coordinating the work of all participants in the process. The authors of the report analyze the possibilities of using fluorinated and non-fluorinated foaming agents to extinguish fires of oil products in tanks, taking into account the environmental aspects of the problem.

Key words: extinguishing fires in tanks, fires of oil products, foaming agents, ecology.

Введение

Эффективное тушение пожаров в резервуарах требует комплексного и высокопрофессионального подхода. В процессе пожаротушения необходимо учитывать не только различные факторы, но и их взаимодействие. Характерные свойства горючего материала, распространение пожара, силы и средства пожаротушения, технические и тактические возможности и воздействие на окружающую среду как по отдельности, так и в совокупности являются определяющими. Ликвидация пожара будет эффективной и успешной только в том случае, если учтена взаимосвязь этих факторов. Тушение пожаров на объектах хранения и переработки углеводородов требует согласованной деятельности всех участников процесса. Наибольшее распространение в промышленных парках имеют пожары горючих веществ в жидком виде, которые чаще всего происходят в резервуарах для их хранения и в системах улавливания (рекуперации) лёгких фракций углеводородов. Поэтому необходимо постоянно иметь в наличии и при необходимости использовать высокоэффективные пенообразующие составы.

Экологические проблемы, связанные с применением высокоэффективных пенообразующих составов

При тушении пожаров в резервуарах для хранения и переработки углеводородов большую роль играют плёнообразующие пенообразователи типа AFFF. Пенообразователь представляет собой водный раствор фтор-синтетических поверхностно-активных веществ. Их применение позволяет быстро и успешно потушить пожар, поскольку за счёт входящего в их состав фермента фтора на поверхности аполярных углеводородных жидкостей образуется водяная плёнка. Образующаяся саморастекающаяся плёнка раствора пенообразователя изолирует горючее вещество. Происходит прекращение доступа кислорода в очаг пожара и снижение температуры за счёт охлаждения раствором пенообразователя. Благодаря способности к саморастеканию и затягиванию прорывов испарений тонкая плёнка обеспечивает эффективное тушение и на протяжении нескольких часов предохраняет горючую жидкость от повторного воспламенения. Пенная атака может происходить посредством выстрела с большой дистанции, для чего требуется только минимальное вспенивание раствора пенообразователя. Неплёнообразующие пенообразователи, которые обычно применяют в пожаротушении, обладают бóльшей номинальной производительностью, но из-за высокого содержания воздуха выстрел может быть произведён только с меньшего расстояния.

Производство смесей (вода и 1-3-5-6 % пенообразователь) которые сейчас широко применяются, "простое": пена AFFF представляет собой водянистую жидкость, которую легко, с большой степенью точности и при помощи простого оборудования можно смешать с водой для пожаротушения.

В последние годы, наравне с вопросами безопасности и эффективности, на первый план всё больше выходят другие факторы, такие, как влияние антропогенных/синтетических компонентов фтора на окружающую среду.

Ферменты фтора, которые входят в состав пенообразователей типа AFFF, относятся к большой группе пер-/полифторированных (PFAS) [1] веществ. Благодаря своим уникальным водо- и маслоотталкивающим свойствам (гидрофобным/олеофобным), а также высокой термальной и химической стабильности, исключительной долговечности и прочности, фторосодержащие соединения широко применяются во многих областях. Однако они плохо разлагаются в природных условиях, поэтому не рекомендуется загрязнять этими веществами окружающую среду. Это определяет как сегодняшние рамки, так и будущие ограничения их использования при пожаротушении по экологическим основаниям. С 2006 года в Европе запрещено использование материалов на основе ПФОС, а, в соответствии с новыми требованиями, в будущем планируется ограничить и применение ПФОА.

Анализ альтернативных возможностей

Одним из альтернативных направлений, основанным на экологических нормах, является подконтрольное применение огнетушащих веществ: использованные в процессе пожаротушения пенообразователи следует в обязательном порядке собрать и в полном объёме и под контролем уничтожить. Теоретически это позволяет предотвратить загрязнение окружающей среды. Однако следует признать, что на практике при пожарах в резервуарах сложно обеспечить необходимые для этого условия. Конструкция установок для хранения горючих жидкостей не позволяет полностью собрать тушащее вещество, особенно в случае подземных резервуаров. Но и в других больших хранилищах возможно неподконтрольное "высвобождение" пенообразующих веществ. Но даже если бы удалось полностью собрать загрязняющий раствор пены, возникла бы проблема временного хранения столь большого количества вещества. Поэтому напрашивается вывод, что подобное решение невыполнимо с экологической точки зрения, или может применяться только в отдельных случаях, в небольших и хорошо оборудованных резервуарах.

Ранее неоднократно рассматривались возможности использования альтернативных тушащих веществ. Однако до сих пор не удалось разработать универсальное вещество для эффективного пожаротушения с использованием экологически чистых компонентов. Так, в лабораторных условиях и при моделировании хорошо проявило себя полимерезирующее синтетическое вещество под фантазийным названием DryFoam [2]. Хотя "сухая пена", которая подавляет горение, и, главным образом, снижает тепловую нагрузку и интенсивность горения, и загрязняет окружающую среду, но её сбор и уничтожение по окончании пожаротушения могут быть обеспечены надлежащим образом. Однако возможность её применения на практике вызывает сомнения, поскольку доставка "сухой пены" в зону горения с подходящей дозировкой трудноразрешима.

Разработка нефторированных пенообразователей

Разработка нефторированных пенообразователей является серьёзной проблемой, так как наравне с высокой эффективностью требуется учитывать экологические аспекты. Важно отметить, что в случаях, когда нет безусловной необходимости применять фторированные пенообразователи, следует заменять их нефторированными. Например, пожары твёрдых веществ могут быть эффективно потушены посредством использования классических синтетических нефторированных пенообразователей многоцелевого назначения. Хороший результат даёт и их применение при тушении небольших, аполярных пожаров углеводородов [3].

Труднее найти подходящее решение в промышленности, например, при пожарах в резервуарах или при других крупных пожарах. К числу последних относится тушение самолёта, когда может гореть до нескольких сот тонн горючего. Для решения данной проблемы на международном рынке несколько лет назад были представлены нефторированные пенообразователи типа AFFF. Новая продукция достаточно хорошо зарекомендовала себя в ходе проведения контролируемых испытаний (например, EN 1568, LastFire, ICAO и т.д.). Однако пока неясно, могут ли эти разработки успешно применяться при тушении реальных пожаров с большой зоной распространения [4].

Технические и тактические вопросы применения нефторированных пенообразователей

Технические условия, методы и тактика тушения пожаров с использованием нефторированных пенообразователей в значительной мере отличаются от вмешательства с применением классических пенообразователей типа AFFF. В этих веществах содержится большое количество нефторосодержащих полимерных химических соединений, которые обычно имеют очень высокий показатель вязкости. Поэтому требуется использовать особую систему дозирования пенообразователя, вместо "обычных, простых", которые в этом случае не могут произвести состав с необходимыми пропорциями. В результате, как показали многочисленные предварительные испытания нефторированных пенообразователей, невозможно осуществить начальную, одну из важнейших фаз смешения пены.

В процессе пожаротушения тоже требуется применять иную тактику, чем при использовании пенообразователей типа AFFF. В случае применения "классических" пенообразователей типа AFFF тушение пожара происходит за счёт образования водяной плёнки, благодаря чему эффект достигается при более тонком растекании пены. При ликвидации пожара с применением нефторированных пенообразователей подобной плёнки не будет, поэтому успех пожаротушения зависит исключительно от герметичного покрытия однородным толстым слоем пены.

Однако это порождает новые технические и тактические проблемы: пеногенераторы должны обеспечивать бóльшую кратность пены, однако тушащее вещество, которое содержит бóльшее количество воздуха, возможно распылить на меньшее расстояние. Вместо современных устройств для подачи огнегасящего вещества в зону возгорания на дальнее расстояние, но с низкой кратностью пены, требуются совершенно другие устройства.

На нынешнем этапе исследований опыт показывает, что новые, нефторированные пенообразователи пригодны только для смешения 3-х процентной или ещё бóльшей кратности пены. А оптимизированные под пенообразователи типа AFFF устройства для тушения пожаров в резервуарах нефтепродуктов эффективны уже при пропорции в один или даже менее процента. Это позволяет достичь отличного результата при тушении пожара с небольшим расходом пены.

Более высокая кратность пены порождает необходимость увеличения объёмов для её хранения и использования: в стационарных системах противопожарной защиты нужно во много раз расширить объём хранилищ, а в передвижных требуется многократно увеличить размер устройств для подачи пены. Также необходимо модифицировать устройство пеногенераторов: увеличить размеры, мощность и поперечное сечение шланга, рабочей камеры, диффузора и сопла пеносмесителя.

Выводы

Требования экологии подразумевают сегодня новый подход к проблемам пожаротушения в резервуарах нефтепродуктов. В определённых случаях есть возможность сбора использованной в ходе пожаротушения пены. Профессиональная очистка загрязнённой территории и нейтрализация фторированного раствора также обеспечивают защиту окружающей среды.

В наши дни одним из перспективных направлений развития пожаротушения является изучение потенциальных возможностей применения нефторированных пенообразователей. В последние годы появился целый ряд новых экспериментальных тушащих веществ, которые по своим характеристикам всё в бóльшей мере приближаются к заданным критериям. В то же время, их практическое применение требует дальнейшей доработки, поскольку имеющиеся сейчас "экологичные" пенообразователи пока не позволяют эффективно тушить пожары нефтепродуктов в резервуарах.

В случае использования альтернативных нефторированных пен в промышленной пожарной защите нужен анализ технических и тактических методов и средств пожаротушения. Для замены пенообразователей типа AFFF/-AR на нефторированные требуется отдельно изучить возможности их применения для каждого типа горючих жидкостей. Помимо этого, всегда необходимо учитывать экспертное мнение производителя пены и разработчиков систем и средств пожаротушения.

Литература

1. Buck R.C., Franklin J., Berger U., Conder J.M., Cousins I.T., de Voogt P., Jensen A.A., Kannan K., Mabury S.A., van Leeuwen S.P. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment // Terminology, classification, and origins. Integr Environ Assess Manag. 2011. No. 7. Pp. 513-541. <https://doi.org/10.1002/ieam.258>
2. László P. Vízmentes tűzoltó hab alkalmazásának kutatása // Védelem tudomány: katasztrófavédelmi online tudományos folyóirat. 2016. No. 1 (1). Pp. 15-29.
3. Leitfaden Schaumkonzept für kommunale Feuerwehren – Herausgegeben 2014 von Dr. Sthamer Hamburg. <https://www.sthamer.com>
4. Milo-Rieks R., László P. A habképzőanyagok új generációja – új megoldások // Védelem katasztrófavédelmi szemle. 2016. No. 23 (3). Pp. 55-57.

Раймунд Кути, Г.В. Хорват (Венгрия)

ПРИНЯТИЕ РУКОВОДЯЩИХ РЕШЕНИЙ В ХОДЕ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Показано, что для принятия управленческих решений в ходе ликвидации чрезвычайных ситуаций требуются системный подход и информационная поддержка работы руководителя тушения пожара в режиме реального времени. С учётом определяющих факторов это позволяет определить интервал, в который попадают возможные последствия принятых решений, и достигнуть оптимальных результатов.

Ключевые слова: ликвидация чрезвычайных ситуаций в Венгрии, руководство боевыми действиями по тушению пожара, программы информационной поддержки, системный подход.

Rajmund Kuti, Galina Horváth (Hungary)

TAKING MANAGEMENT DECISIONS TO ELIMINATE EMERGENCY SITUATIONS

Taking management decisions during an emergency response, a real time systematic approach and support of information is required towards the fire brigade manager. Taking into account the determining factors, this makes it possible to determine the interval in which the possible consequences of the decisions made fall, and to achieve optimal results.

Key words: emergency response in Hungary, firefighting leadership, information support programs, systematic approach.

Введение

Принятие решений является одним из важнейших элементов управленческой деятельности, особенно в ходе операций по ликвидации пожаров, аварий и чрезвычайных ситуаций. Некоторые решения требуют длительной подготовки, другие приходится принимать в реальном, ограниченном времени, когда нет возможности заранее подготовиться, провести анализ альтернатив и оценить возможные последствия принятого решения. На первый план выходят профессиональная подготовка, личные качества, опыт и навыки руководителя.

Важнейшим этапом операции является идентификация возникшей ситуации. Руководитель спасательных работ действует под постоянным давлением сиюминутных обстоятельств. Поэтому процесс принятия решения с его последующим научно-обоснованным анализом приобретает первостепенное значение. Целью авторов данного доклада является анализ процесса принятия решений в ходе ликвидации чрезвычайных ситуаций, роли и компетенции руководителя, а также возможностей повысить его профессиональный уровень.

Анализ элементов процесса принятия руководящего решения

Принятие решения является функцией руководителя и представляет собой выбор единственной возможности из множества вариантов действий для достижения поставленной цели. Необходимость и возможность принятия решения есть только тогда, когда существуют альтернативные варианты цели, способов её достижения или того и другого одновременно. Руководителю требуется свобода действий или хотя бы относительная степень свободы при выборе решений и их оценке. Он должен иметь возможность сравнительного анализа имеющихся альтернатив, а также располагать информацией о критериях выбора.

Результат в значительной мере определяется степенью подготовленности руководителя. В оптимальном случае подготовку и обоснование стратегически важных решений осуществляет специально обученный менеджер после анализа всех факторов, оказывающих влияние на развитие ситуации [1]. В процессе принятия решения могут участвовать несколько лиц, которые задействованы в подготовительной фазе. Возможно и коллективное решение. Однако в любом случае на завершающем этапе окончательное решение всегда принимается единолично из-за ограниченных временных рамок. Операцию возглавляет старшее должностное лицо – руководитель тушения пожара (организации спасения), на которого возложена обязанность принимать оперативные решения. В процессе ликвидации ЧС типичным является метод "top-down" (то есть по нисходящей, сверху вниз), в соответствии с которым управленческие решения принимает руководитель, находящийся на вершине организационной иерархии. На практике это непосредственно проявляется в форме приказа. Таким образом, система руководства спасением с точки зрения управленческих решений является закрытой; руководитель принимает решения на основании своей профессиональной подготовленности, компетентности, накопленных знаний и практического опыта.

В ходе операции по ликвидации ЧС руководителю приходится принимать на месте промежуточные решения, которые в совокупности образуют цепочку решений. Каждая составляющая и реализация отдельно взятого решения определяют следующий шаг и исход операции в целом. Принятие решений является процессом, а завершающему акту предшествует более или менее короткий подготовительный этап. Если дефинировать принятие решений как процесс, то этот процесс возможно ввести в систему. Важнейшие элементы управленческого процесса с позиций теории систем – следующие: подготовительный этап, личность руководителя, принятое им решение и оценка последствий. В ходе операции по ликвидации ЧС, при принятии решений на месте происшествия в режиме реального времени, анализ последствий каждого конкретного шага можно провести только по окончании операции.

Элементы процесса, которые авторы подробно рассматривают ниже, наглядно демонстрирует рис. 1.

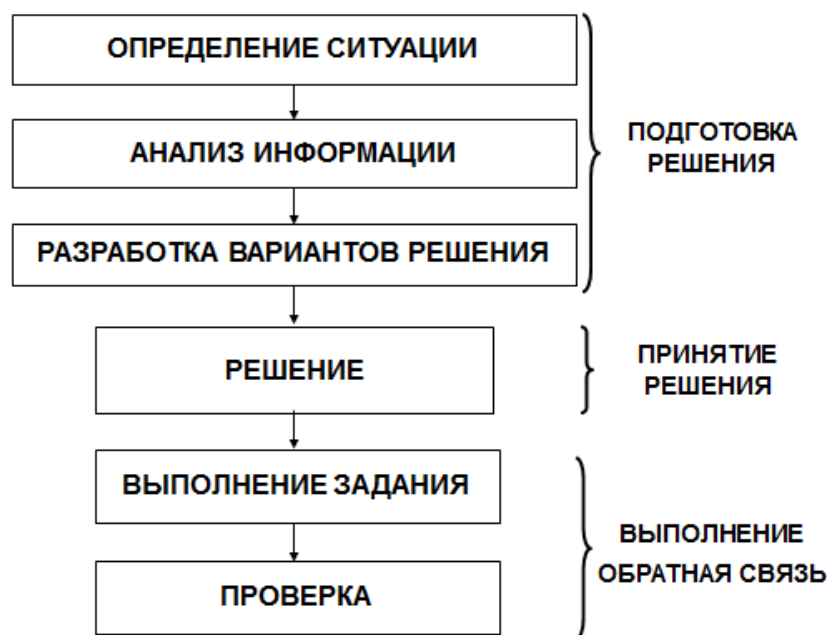


Рис. 1. Элементы процесса принятия решения (на основании [2], с авторскими дополнениями)

Определение (дефиниция) ситуации является важной фазой процесса принятия управленческого решения, поскольку нельзя произвольно выбрать время, когда это становится необходимым. Принятие решения в реальном времени, на месте ЧС, требует серьезной профессиональной подготовки, творческого подхода и интуиции. Нередко даже компетентные руководители принимают решения в неподходящее время. После восприятия и определения ситуации, фаза осознания проблемы становится пусковым

механизмом для конкретных действий. Следующий шаг – анализ имеющейся информации, которую руководитель ликвидации ЧС чаще всего получает путём разведки. При подготовке решения он систематизирует и анализирует полученные данные, рассматривает возможные альтернативы и в кратчайший срок выбирает оптимальный вариант, оценивает ситуацию и решает. Исполнение принятого решения и выполнение поставленной задачи необходимо контролировать. Основываясь на собственном опыте, руководитель проводит проверку и при необходимости готовит новое решение, принимает его и следит за исполнением [2]. Таким образом, личность руководителя является ключевым элементом процесса. На рис. 2 изображены стадии процесса принятия решения.

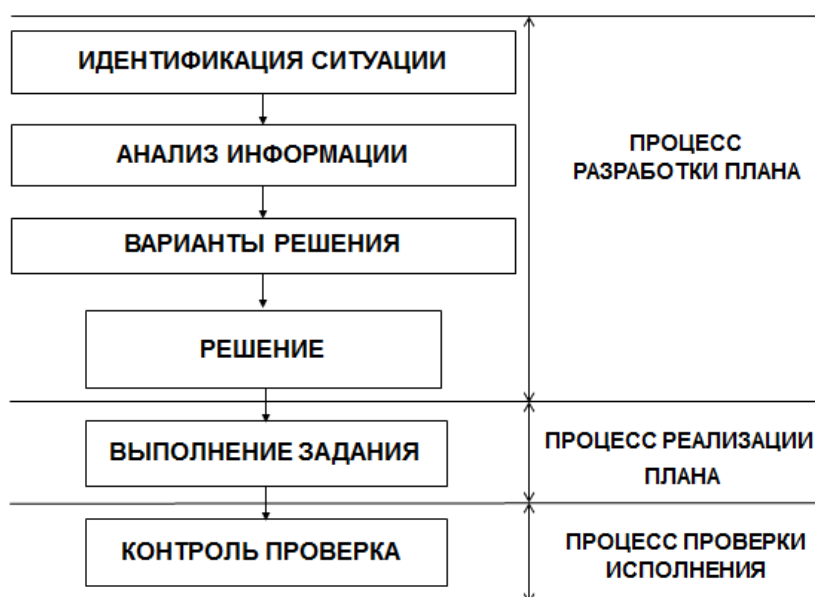


Рис. 2. Фазы процесса управленческого решения (на основании [2], с авторскими дополнениями)

Системный анализ процесса показывает определяющую роль личности руководителя. Руководитель операции по ликвидации ЧС и её последствий комплексно оценивает процесс принятия решений с учётом того, что определяющей составной частью этого процесса является он сам. Руководитель должен видеть динамику характеристики системы. Он определяет ход процесса на основании совокупности знаний и опыта, которыми располагает. Системный подход позволяет понять, как руководитель тушения пожара и аварийно-спасательных работ своим отношением к работе, поведением и способностью решить проблему влияет на систему в целом и на подчинённую ему структуру или структуры, в частности. Применение системного подхода подразумевает знание методов и путей решения поставленной задачи, а также средств, которые помогают участникам спа-

сательной операции достичь цели. Важнейшими составляющими системного подхода являются опыт руководителя, объективная оценка собственных возможностей и обоснованный, комплексный подход при анализе быстро меняющейся ситуации. Развить эти качества можно путём обучения, повышения квалификации и участия в специальных профессиональных тренингах. Задача руководителя – оптимально использовать имеющиеся ресурсы для успешной и эффективной ликвидации пожара/ЧС.

Механизм принятия руководящего решения представлен на нижеприведённой схеме (рис. 3).

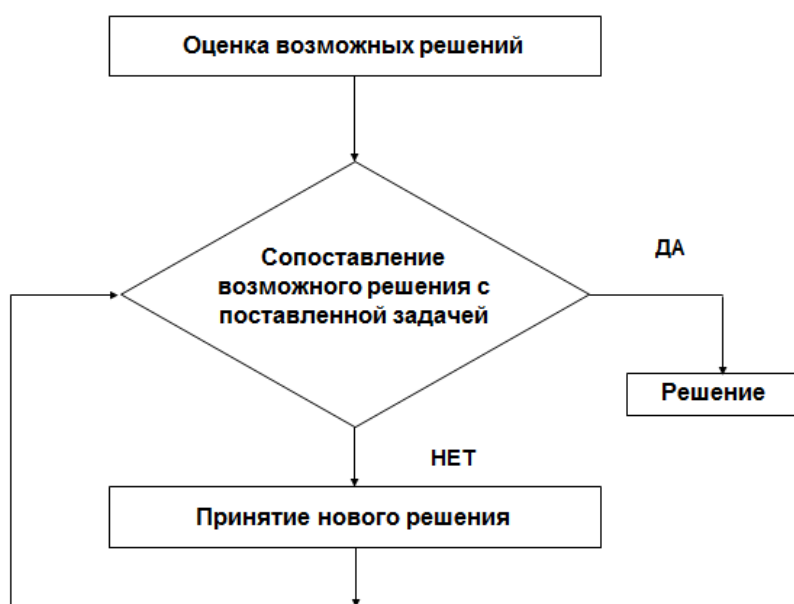


Рис. 3. Механизм принятия решения руководителем тушения пожара

В обязательном порядке требуется контроль за исполнением решений, анализ и оценка реализованных на практике решений. В ходе ликвидации ЧС обычно нет ни возможности, ни времени проводить анализ боевых действий. Однако после завершения операции это необходимо для дальнейшего применения накопленного опыта на практике.

Системы поддержки принятия руководящих решений

Значительным подспорьем в работе руководителя тушения пожара/аварийно-спасательных работ являются специальные алгоритмы, разработанные для различных видов боевых действий. Однако из-за сложности, уникальности и комплексного характера конкретных чрезвычайных ситуаций эти алгоритмы не всегда могут быть реализованы на практике [3]. Например, чрезвычайные ситуации в присутствии опасных веществ начинаются с эмиссии вредного вещества, под воздействием чего может про-

изойти пожар или взрыв. Ликвидация их последствий является серьёзной проблемой для органов защиты от катастроф и экологических служб. Для облегчения боевых действий в случае инцидента в присутствии химически опасных веществ в Венгрии созданы специальные базы данных. Использование электронных устройств делает их доступными непосредственно на месте ЧС, что в значительной мере помогает руководителю спасательной операции. То же самое относится и к специальным компьютерным программам, которые позволяют оперативно проанализировать данные и разработать план спасательных мероприятий [4]. Существуют компьютерные программы, которые помогают пользователю при расчёте ресурсов-оборудования или при определении уровня пожарной тревоги. Одним из их преимуществ является возможность постоянного расширения базы данных. За счёт развития и совершенствования подобных программ появляется новый инструментарий, происходит их актуализация, обеспечивается возможность анализа ликвидации пожаров и аварий, которые произошли ранее. На основании полученных данных можно осуществить комплексное исследование конкретной чрезвычайной ситуации и на этой основе организовать учения личного состава [5].

Выводы

В результате технического прогресса и постоянных изменений окружающей среды растёт число катастроф и чрезвычайных ситуаций. Их ликвидация становится всё более сложным и комплексным процессом. Требования, предъявляемые к руководителям аварийно-спасательных работ, постоянно возрастают. Решения, которые руководитель тушения пожара/аварийно-спасательных работ принимает на месте ЧС в режиме реального времени, являются определяющими на всех этапах ликвидации чрезвычайной ситуации как для подчинённого ему подразделения, так и для окружающей среды. Эффективность работ на месте происшествия в значительной мере определяется уровнем подготовки руководителя аварийно-спасательной операции. Результатом будет успешная, или, напротив, неудачная ликвидация аварии/пожара. Практическое применение системного подхода, в основу которого заложен учёт всех факторов, в значительной мере облегчает анализ процесса принятия руководящих решений и позволяет получить оптимальные результаты. Анализ исполнения руководящих решений и их итогов позволяет определить интервал, в который попадают ожидаемые последствия. В будущем, как при принятии решений в реальном времени в аналогичных обстоятельствах, так и в ходе подготовки личного состава, это в значительной степени повышает эффективность оперативного руководства ликвидацией ЧС, развития способностей и навыков руководителя и обучения личного состава.

Литература

1. Padányi J., Földi L. Tasks and Experiences of the Hungarian Defence Forces in Crisis Management // *Sodobni Vojaski Izzivi [Contemporary Military Challenges]*. 2015. No. 17 (1). Pp. 29-46.
2. Veresné S.M. Vezetői Döntéshozatal // *Egyetemi Jegyzet, Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Kar*. 2004. P. 35.
3. Boda P., Nagy R. The elements of combined forwarding in Hungary, the sensitivity and resilience of the elements against the impacts of disasters // *National Security Review, Periodical of the Military National Security Service*. 2018. No. 2. Pp. 120-130.
4. Nagy Zs. A tűzoltás-mentésvezetők döntéshozatali hatékonyságának kérdései // *Védelem Online Tűzés Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár*. 2014. <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/488-a-tuzoltas-mentesvezetok-donteshozatali-hatekonysaganak-kerdesei.pdf>
5. Hajdu Cs., Kuti R. Designing Complex Technical Rescues with a Proprietary Application (Computer Program) // *Academic and applied research in military and public management science*. 2018. No. 17 (1). Pp. 45-52.

Luong Anh Tuan (Vietnam)

STUDYING THE DYNAMICS OF THE USE OF TWO-WHEELED MOTORCYCLES IN FIREFIGHTING AND RESCUE

By modeling the kinematics in the plane motion of a two-wheeled motorcycle with 4 degrees of freedom, the paper has built a system of differential equations for the planar motion of the vehicle. Investigate the influence of the installation position of the vehicle cluster, road surface collision, vehicle speed on the loading and unloading of the vehicle in the process of moving in a straight line.

Key words: fire and rescue motorcycle, dynamics, linear motion.

Льонг Ань Туан (Вьетнам)

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХКОЛЁСНЫХ МОТОЦИКЛОВ ПРИ ПОЖАРОТУШЕНИИ И СПАСЕНИИ

Путём моделирования кинематики в плоском движении двухколёсного мотоцикла с 4 степенями свободы, построена система дифференциальных уравнений для плоского движения транспортного средства. Исследовано влияние положения установки кластера транспортного средства, столкновения с дорожным покрытием, скорости транспортного средства на погрузку и разгрузку транспортного средства в процессе движения по прямой.

Ключевые слова: пожарно-спасательный мотоцикл, динамика, поступательное движение.

1. Introduction

Firefighting and rescue motorcycles manufactured by the Vietnam University of Fire Prevention and Rescue and are installed on the Kawasaki W175 2019 base vehicle (Figures 1 and 2), operating mainly in the old quarter and others small, narrow streets. On the vehicle, there are more fire fighting and rescue equipment installed on the vehicle's suspension, so the center of gravity of the vehicle changes, affecting the stability of the vehicle during movement to quickly approach the fire area.

Because the vehicle's center of gravity is shifted to the rear of the vehicle, along with the impact of obstacles on the road, when moving the vehicle, it's might casuse the vehicle to do a wheelie (the front wheel does not contact the road surface).



Fig.1. Base motorbike Kawasaki W175 2019



Fig. 2. Fire fighting and rescue motorbike

With the assumption that the vehicle moves in a straight line with a constant lateral velocity component v_0 similar to [3], the 4-degrees-freedom plane model of the vehicle leads to system of Lagrang non-linear motion equations. In this model, assuming the motorcycle has a rigid frame, the suspension mechanism, shock absorber and tire have elastic properties and nonlinear absorption force, braking force and aerodynamic effect can be taken into account in the model.

When the distance from the center of the front wheel to the road surface is greater than or equal to the outer radius of the front wheel, it's consider that the vehicle is doing a wheelie

Due to the structure of the vehicle, the installation location of the fire fighting and rescue vehicle cluster is only in a certain area. Surveying the system of dynamic equations when changing the position of the center of gravity of this vehicle block, together with the change in speed v_0 , will give a reasonable installation position of the vehicle cluster to ensure stability of the vehicle when moving in a straight line.

2. Dynamics in flat motion of two-wheeled motorcycles

2.1. Flat motion model of two-wheeled motorcycle

The flat motion model of the motorcycle is simulated by 5 pieces of hardware: Suspension block (including chassis, engine, driver, fire and rescue vehicle assembly, slider of the front fork), lower fork of the front fork, rear fork, front wheel, rear wheel. These parts are linked together through rotary joints, translational joints. Elastic coefficient and damping coefficient: C_{br} , k_{br} for the rear wheel and C_{bf} , k_{bf} for the front wheel. The rear and front shock absorbers have elastic and damping coefficients: C_r , k_r and C_f , k_f . (Figure 3).

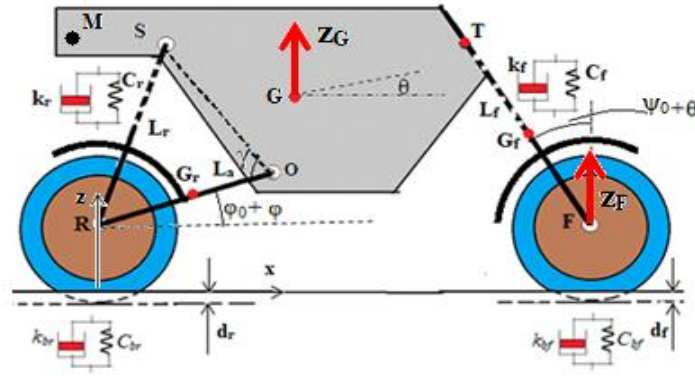


Fig. 3. Degrees of freedom in the model and Positions of remarkable points of the vehicle on the global reference frame

Select the overall coordinate system with the origin located at the contact position between the rear tire and the road, the x -axis is in the forward direction of the vehicle, and the z -axis is up. The center of gravity: of the suspension block (without the fire and rescue vehicle assembly) is G_n ; of the cluster of fire fighting and rescue means is M ; of the cluster under the front fork is G_f ; of the rear fork is G_r ; of the two front and rear wheels are F and R . Moment of inertia about the horizontal y axis of the rotating blocks: I_G suspension block, I_{Gr} rear fork, I_{Gf} front fork lower assembly. In Table 1 for the initial parameter values when the motor is not in motion. The symbols d_r and d_f are the distance between the road surface and the rear tire and the front tire. The tires are in contact with the road surface when d_r and d_f are negative.

Table 1

Initial coordinates of points and motorcycle specifications

Signs	Value	Signs	Value	Sign	Value
(x_R^0, z_R^0)	(0, 0.306) [m]	m_{G_n}	172 [kg]	C_f	13 000 [N/m]
(x_O^0, z_O^0)	(0.421, 0.391) [m]	m_{G_r}	8 [kg]	C_r	85 000 [N/m]
(x_F^0, z_F^0)	(1.275, 0.296) [m]	m_{G_f}	4 [kg]	C_{bf}	172 916 [N/m]
(x_T^0, z_T^0)	(1.029, 0.825) [m]	m_R	12 [kg]	C_{br}	180 664 [N/m]
(x_S^0, z_S^0)	(0.120, 0.656) [m]	m_F	10 [kg]	k_f	1000 [Ns/m]
$(x_{G_r}^0, z_{G_r}^0)$	(0.250, 0.356) [m]	I_G	40 [kg m ²]	k_r	4000 [Ns/m]
$(x_{G_f}^0, z_{G_f}^0)$	(1.175, 0.512) [m]	I_{Gr}	0.3 [kgm ²]	k_{bf}	150 [Ns/m]
$(x_{G_n}^0, z_{G_n}^0)$	(0.539, 0.759) [m]	I_{Gf}	0.1 [kgm ²]	k_{br}	200 [Ns/m]
m_M	90 [kg]	m_G	$m_{G_n} + m_M$		

Considering the motion in the plane of symmetry of the vehicle and assumed the car moves straight ingredient horizontal velocity constant v_0 , the dynamics of the car can be analyzed by four degrees of freedom: Shifting of G (central block suspension) in the vertical z , tilt angle θ of the suspension block in the longitudinal direction, displacement in the z direction of the front wheel, rotation angle φ of the rear fork. At the initial time: the rear fork OR is set with the x -axis at an angle φ_0 , the front fork is made with the z -axis at the initial angle ψ_0 and γ_0 is the angle established by AS and AR . Thus, the system has 4 interpolated coordinates $\theta, \varphi, z_G, z_F$ to calculate. The pavement deformation function $z = f(x)$.

2.2. Displacement, kinetic energy, potential energy and dissipation function

Calculate coordinates of points through $\theta, \varphi, z_G, z_F$.

$$\text{At the beginning: } x_G^0 = \frac{m_{Gn}x_{Gn}^0 + m_M x_M^0}{m_G}, \quad z_G^0 = \frac{m_{Gn}z_{Gn}^0 + m_M z_M^0}{m_G}. \quad (1)$$

Signs:

$$\Delta_{OG} = \begin{pmatrix} x_O^0 - x_G^0 \\ z_O^0 - z_G^0 \end{pmatrix}, \quad \Delta_{GrO} = \begin{pmatrix} x_{Gr}^0 - x_O^0 \\ z_{Gr}^0 - z_O^0 \end{pmatrix}, \quad \Delta_{RO} = \begin{pmatrix} x_R^0 - x_O^0 \\ z_R^0 - z_O^0 \end{pmatrix}, \quad \Delta_{SG} = \begin{pmatrix} x_S^0 - x_G^0 \\ z_S^0 - z_G^0 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

$$\Delta_{GfF} = \begin{pmatrix} x_{Gf}^0 - x_F^0 \\ z_{Gf}^0 - z_F^0 \end{pmatrix}, \quad \Delta_{TG} = \begin{pmatrix} x_T^0 - x_G^0 \\ z_T^0 - z_G^0 \end{pmatrix}, \quad \Delta_{SR} = \begin{pmatrix} x_S^0 - x_R^0 \\ z_S^0 - z_R^0 \end{pmatrix}, \quad \Delta_{TF} = \begin{pmatrix} x_T^0 - x_F^0 \\ z_T^0 - z_F^0 \end{pmatrix}$$

$$A_1 = (\cos \theta \quad -\sin \theta), \quad A_2 = (\sin \theta \quad \cos \theta), \quad dA_1 = (-\sin \theta \quad -\cos \theta), \quad dA_2 = (\cos \theta \quad -\sin \theta),$$

$$B_1 = (\cos \varphi \quad -\sin \varphi), \quad B_2 = (\sin \varphi \quad \cos \varphi), \quad dB_1 = (-\sin \varphi \quad -\cos \varphi), \quad dB_2 = (\cos \varphi \quad -\sin \varphi)$$

$$U_O = \begin{pmatrix} x_O \\ z_O \end{pmatrix}, \quad U_G = \begin{pmatrix} x_G \\ z_G \end{pmatrix}, \quad U_{Gr} = \begin{pmatrix} x_{Gr} \\ z_{Gr} \end{pmatrix}, \quad U_R = \begin{pmatrix} x_R \\ z_R \end{pmatrix}, \quad U_S = \begin{pmatrix} x_S \\ z_S \end{pmatrix}, \quad U_{Gf} = \begin{pmatrix} x_{Gf} \\ z_{Gf} \end{pmatrix}, \quad U_T = \begin{pmatrix} x_T \\ z_T \end{pmatrix}. \quad (3)$$

$$U_G = [x_R - A_1 \cdot \Delta_{OG} - B_1 \cdot \Delta_{RO} \quad z_G]^T; \quad U_{Gr} = [x_R + B_1 \cdot \Delta_{GrO} - B_1 \cdot \Delta_{RO} \quad z_G + A_2 \cdot \Delta_{OG} + B_2 \cdot \Delta_{GrO}]^T$$

$$U_F = [x_R - A_1 \cdot \Delta_{OG} - B_1 \cdot \Delta_{RO} + A_1 \Delta_{TG} + (z_G + A_2 \Delta_{TG} - z_F) \cdot \tan(\theta + \psi) \quad z_F]^T; \quad (4)$$

$$U_{Gf} = U_F + [A_1 \cdot \Delta_{GfF} \quad A_2 \cdot \Delta_{GfF}]^T; \quad U_R = [x_R \quad z_G + A_2 \cdot \Delta_{OG} + B_2 \cdot \Delta_{RO}]^T.$$

L_r, L_f is the distance between SR and TF with L_{r0}, L_{f0} is the original distance.

$$L_r^2 = L_{SA}^2 + L_{RA}^2 - 2 \cos(\gamma_0 + \varphi), \quad L_f = \frac{(z_G + A_2 \Delta_{TG} - z_F)}{\cos(\theta + \psi)} \quad (5)$$

Taking into account the rotation of the wheels, the kinetic energy expression of the system is:

$$T = \frac{1}{2} \left\{ m_G \dot{U}_G^T \dot{U}_G + m_{Gr} \dot{U}_{Gr}^T \dot{U}_{Gr} + I_{Gr} \dot{\varphi}^2 + m_{Gf} \dot{U}_{Gf}^T \dot{U}_{Gf} + I_G \dot{\theta}^2 + I_{Gf} \dot{\theta}^2 + 2m_R \dot{U}_R^T \dot{U}_R + 2m_F \dot{U}_F^T \dot{U}_F \right\}. \quad (6)$$

Potential energy

$$\Pi = \frac{I}{2} \left\{ C_f (L_f - L_{f0})^2 + C_r (L_r - L_{r0})^2 + C_{bf} (z_F - f(x_F) - z_F^0)^2 + C_{br} (z_R - f(x_R) - z_R^0)^2 \right\} \quad (7)$$

$$+ g (m_G z_G + m_{Gr} z_{Gr} + m_{Gf} z_{Gf} + m_R z_R + m_F z_F)$$

The energy dissipation function in the shock absorber and tire is expressed as:

$$W_d = \frac{I}{2} \left[k_f (\dot{L}_f)^2 + k_r (\dot{L}_r)^2 + k_{bf} (\dot{z}_F - \dot{f}(x_F))^2 + k_{br} (\dot{z}_R - \dot{f}(x_R))^2 \right] \quad (8)$$

$$\text{with: } \dot{f}(x_F) = \left. \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \frac{dx}{dt} \right|_{x=x_F} \quad \text{v\grave{a}} \quad \dot{f}(x_R) = \left. \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \frac{dx}{dt} \right|_{x=x_R} \quad (9)$$

2.3 External Force

Neglect friction in the shafts and rolling resistance in contact with the ground. When moving the aerodynamic force $\vec{F}_a = (-F_{ax}, F_{az})$ acting on the center of gravity $(x_G, z_G)^T$ of the suspension block, with $F_{ax} = 0.5 \rho c_d v^2 S$, $F_{az} = 0.5 \rho c_\ell v^2 S$, with ρ the density of the air, S is the area of the front and v is the speed of the vehicle, c_d and c_ℓ is the coefficient drag and aerodynamic lift.

Virtual work of external forces:

$$\delta W_e = -F_{ax} \cdot \delta x_G + F_{az} \cdot \delta z_G \quad (10)$$

$$\Rightarrow \delta W_e = F_{ax} dA_1 \Delta_{OG} \delta \theta + F_{ax} dB_1 \Delta_{RO} \delta \varphi + F_{az} \cdot \delta z_G \quad (11)$$

$$\Rightarrow Q_\theta = F_{ax} \cdot dA_1 \cdot \Delta_{OG}; \quad Q_\varphi = F_{ax} \cdot dB_1 \cdot \Delta_{RO}; \quad Q_{z_G} = F_{az} - F_{bf} \tan(\theta + \psi); \quad Q_{z_F} = 0 \quad (12)$$

2.4 Equation of motion

Lagrange function $L = T - \Pi$, with $q^T = (\theta, \varphi, z_G, z_F)^T$ is the general lagrang coordinates,

resulting in a system of equations of motion:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) = Q_i + \frac{\partial T}{\partial q_i} - \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} - \frac{\partial W_d}{\partial \dot{q}_i} \quad (13)$$

Substituting the expressions (4), (6)-(8), (12) into (13) leads to a system of equations of motion of the form:

$$M \ddot{q}^T = P, \quad (14)$$

where $M = M(q, \dot{q})$ is a square matrix of level 4, $P = P(q, \dot{q})$ is a 4-row column matrix.

3. Survey result

Investigate the system of equations (14) with the vehicle's parameters given in Table 1 when the vehicle is running at speeds v_0 (km/h) = (50, 40, 30, 20, 18) with the initial center (x_M^0, z_M^0) of gravity coordinates of the extinguishing media assembly changes: x_M^0 (m) will change in the values (-0.4, -0.2, -0.1, 0, 0.05, 0.1, 0.15) and $z_M^0 = z_{Gn}^0$. Survey when the vehicle is running on flat roads and on roads with ledges. The bumpy height of the pavement is represented by the function $z = f(x)$.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}H \left[1 - \cos\left(\frac{2\pi(x-L_0)}{L}\right) \right] & \text{ khi } L_0 < x < L_0 + L \\ 0 & \text{ khi } x \leq L_0, L_0 + L \leq x \end{cases} \quad (15)$$

Here, $H = 0.3$ (m) is the height of the bumper, $L = 0.5$ (m), $L_0 = 20$ (m), (Fig. 4)

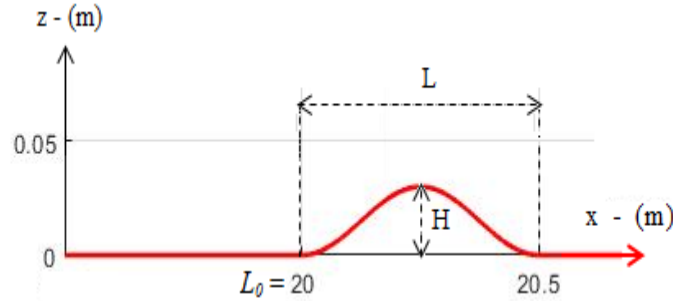


Fig. 4. A rough description of the road surface along the length

Evaluate the problem when the front wheel does not contact the road surface through the quantity $d_f = z_F - f(x_F) - R_F$, with (x_F, z_F) is the coordinates of the front wheel axis and R_F – the outer radius of the front tire. The front tire grips the road surface when $d_f < 0$ and does not contact the road surface when $d_f \geq 0$. Note that there is always $d_f \geq -h_b$ with h_b as the maximum deflection of the front tire, in the calculation here take $h_b = 0.02$ (m).

Survey results of vehicles running on a flat road (Figure 5 – Figure 9):

+ With $v = 30$ km/h and $v = 50$ km/h, $x_M = -0.4 \div 0.15$ (m) the value of $d_f > 0$ with the corresponds to $x_M < 0.05$ (m) and $d_f < 0$ when $x_M \geq 0.15$ m (Figure 5, Figure 6)

+ With $x_M = -0.4; -0.1; 0.15$ (m), $v = 20 \div 50$ km/h: The d_f value decreases as the x_M value increases, (Figure 7 – 9). With $x_M \geq 0.15$ m after the start period $d_f < 0$ at any speed, (Figure 9).

When vehicle run meet the bumper:

+ Vehicle will not pass the bumper if $v < 20$ km/h.

+ With $x_M = 0.15$ (m), $v = 20 \div 50$ km/h, The vehicle overcame the bumper and continued to run stably with the front wheel's grip on the road surface (Figure 10).

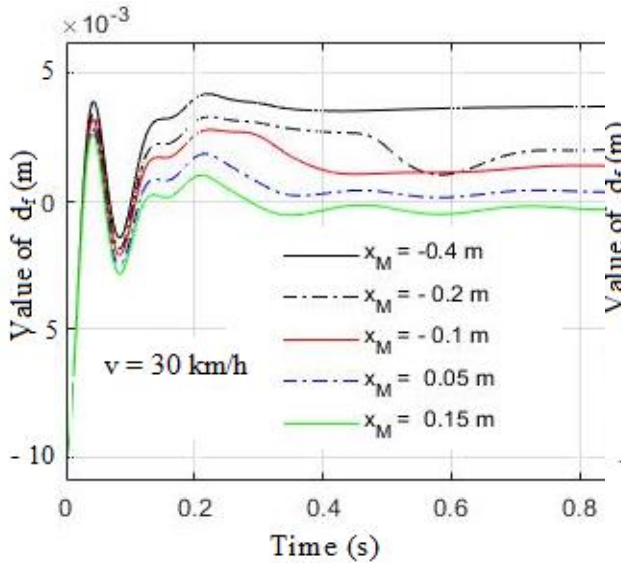


Fig.5. Value of d_f
 ($v = 30$ km / h, $x_M = -0.4 \div 0.15$)

The height of the bumpy: $f(x) = 0$

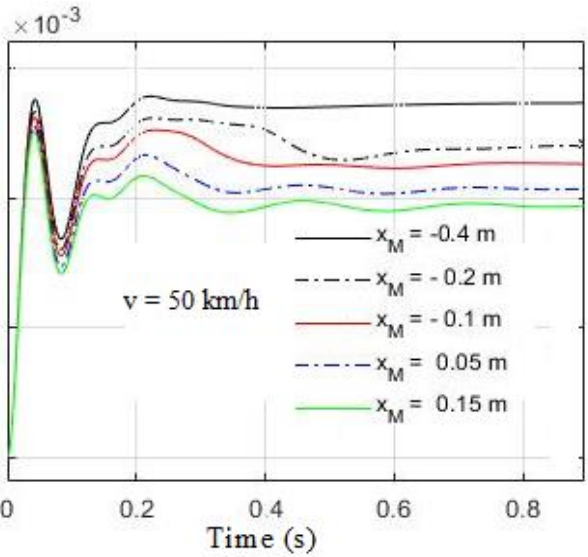


Fig. 6. Value of d_f
 ($v = 50$ km / h, $x_M = -0.4 \div 0.15$)

The height of the bumpy: $f(x) = 0$

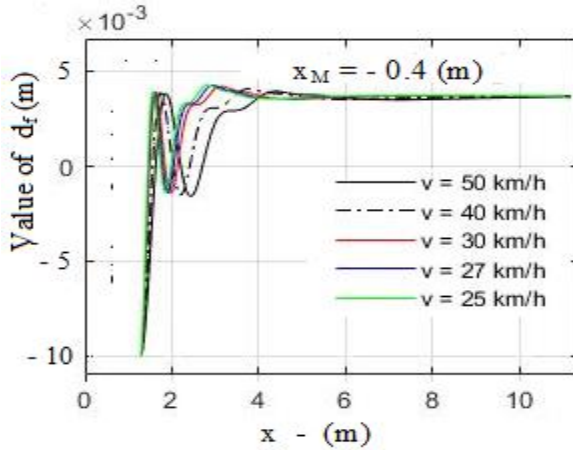


Fig.7. Value of d_f
 ($v = 25 \div 50$ km / h, $x_M = -0.4$ m)

The height of the bumpy: $f(x) = 0$

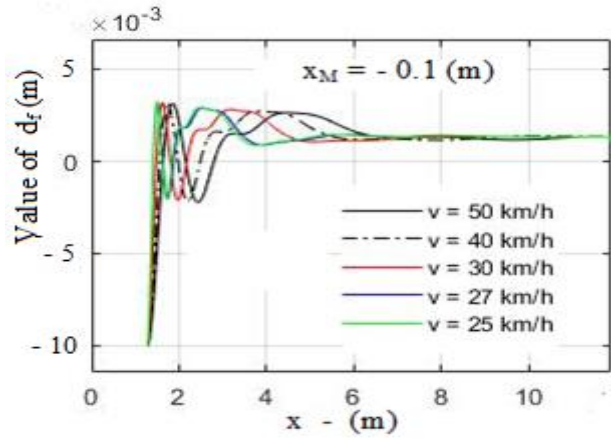


Fig.8. Value of d_f
 ($v = 25 \div 50$ km / h, $x_M = -0.1$ m)

The height of the bumpy: $f(x) = 0$

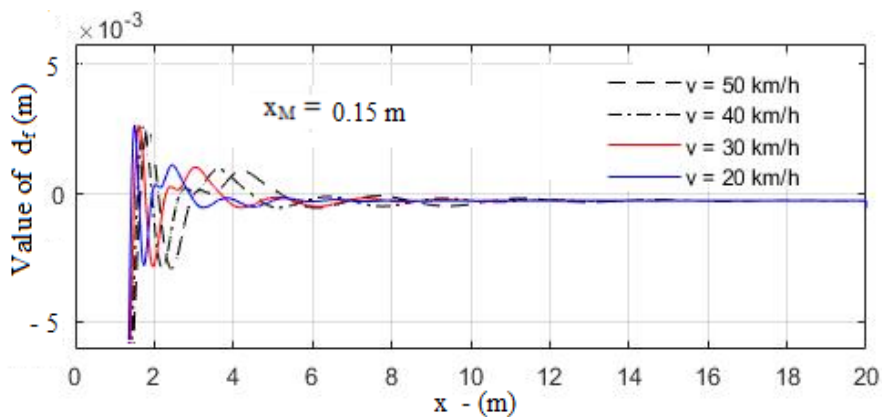


Fig.9. Value of d_f ($v = 20 \div 50$ km / h, $x_M = 0.15$ m, The height of the bumpy: $f(x) = 0$)

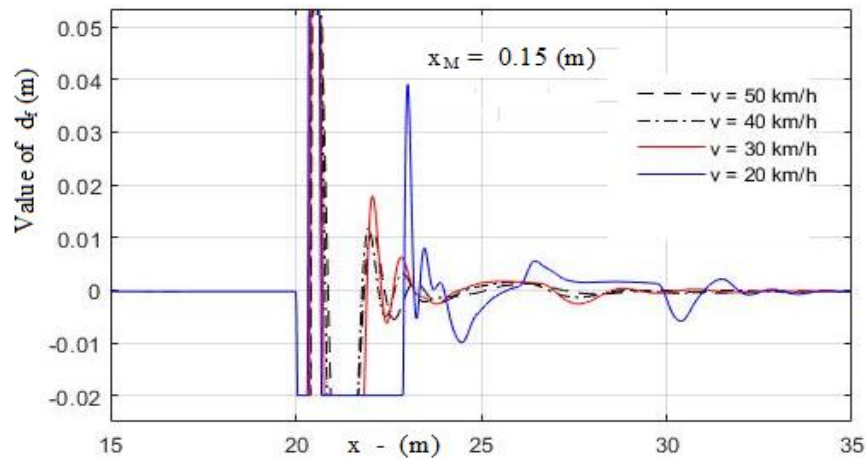


Fig.10. Value of d_f ($v = 20 \div 50 \text{ km/h}$, $x_M = 0.15 \text{ m}$, The height of the bumpy: $f(x) > 0$)

From the above results, it is found that in order for the front wheel to always stick to the road surface while running $x_M \geq 0.15 \text{ m}$, and to overcome a barrier with a height of $H = 0.3 \text{ m}$, the minimum speed before overtaking is $v = 20 \text{ km/h}$. Due to the design of the vehicle cluster, the z_M^0 coordinates cannot be lowered and because of the design of the motorcycle, x_M^0 cannot be larger than 0.15 m . Therefore, the best location to install the fire and rescue equipment assembly is $x_M = 0.15 \text{ m}$.

4. Conclusions

The fire fighting and rescue motorcycle is designed on the basis of the Kawasaki W175 2019 motorcycle when installing a cluster of fire fighting and rescue vehicles. Applying the plane dynamics model for two-wheeled vehicles, the system of differential equations of motion is established. A survey of the system of equations performed on Matlab gives the results on the best location to install the vehicle cluster to keep the wheels on the road at all speeds, as well as the minimum vehicle speed before crossing the ledge with height $H = 0.3 \text{ m}$.

References

1. Wu L., Zhang W.-J. Hierarchical modeling of semi-active control of a full motorcycle suspension with six degrees of freedom // *Automotive Technology*. Vol. 11, no. 1. 2010, pp. 27-32.
2. Zanmarini A. *Analisi cinetostatica grafica per meccanismi piani*. Societa Editrice Esculapio. Bologna, 2012.
3. Zanmarini A., Brugnoli E. *Frequency analysis of motorbike under motion conditions*. University of Bologna, Department of Mechanical Engineering, Bologna, 2012.
4. Mukesh Hadpe, Deshmukh Dr.D.S., Solanki P.M. *Vibration Analysis of Two Wheeler (ANALITICALLY)* // *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*.
5. Ellis J.R., *Vehicle Dynamics*. London: London Business Books Ltd., 1969.

Ngo Quang Toan, Truong Van Phan (Vietnam)
**RESEARCH AND APPLICATION OF FIRE FIGHTING TECHNIQUES
USING HAND-HELD NOZZLES**

In order to effectively extinguish a fire, it depends on many factors such as capacity, qualifications, sense of responsibility for the tasks of fire fighting force; techniques and tactics of fire fighting; quantity, quality and type of fire extinguishing equipment and substances; coordination between fire fighting forces and equipment. The article researches and evaluates the fire fighting techniques using hand-held nozzles, thereby applying them to fire fighting in Vietnam.

Key words: fire fighting; techniques.

Нго Куанг Тоан, Чьонг Ван Фан (Вьетнам)
**ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОДАЧИ ВОДЫ
ДЛЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
РУЧНЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ**

Эффективное тушение пожара зависит от многих факторов, таких как возможности, квалификация, чувство ответственности за задачи пожарной части; техника и тактика пожаротушения; количество, качество и вид средств и средств пожаротушения; координация между силами пожаротушения и оборудованием. Исследуются и оцениваются методы пожаротушения с использованием ручных насадок, применяемые для тушения пожаров во Вьетнаме.

Ключевые слова: пожаротушение; техника.

According to statistics of the Police Department of Fire Prevention and Fighting and Rescue – Ministry of Public Security – Vietnam, in 2020 there were 2.764 fires nation-wide (where: 2 Individual houses: 967 cases; warehouses, production, processing and business establishments: 479 cases; means of transportation: 289 cases; houses in combination with business activities: 160 cases; markets: 32 cases; apartment buildings: 27 cases; dance halls, bars, karaoke rooms: 23 cases; headquarters, offices, agencies: 22 cases; educational establishments: 14 cases; power plants and substations: 12 cases; shopping centers, supermarkets, department stores: 12 cases; health facilities: 5 cases; national defense establishments: 1 case; other types: 373 cases and forest: 348 cases.), 75 deaths, injuring 144 injured persons, property damage of VND 932.023 billion and 1.411,7 hectares of forest, 33 explosions occurred, killing 14 persons and injuring 40 persons [2]. The above situation shows that fires and explosions in Vietnam tend to increase both in number of cases and types of fires. That fact requires the fire fighting work in Vietnam to be paid more attention, investment and quality improvement. In which, it is necessary to perfect and improve fire fighting techniques for the fire fighting force.

However, from the actual fire fighting work and through the report on learning from the experience of fighting fires in the past time, it shows that the local Fire Prevention and Fire Fighting and Rescue Police force has tried very hard, but due to many subjective and objective reasons, the effectiveness of fire fighting is not high and there are many limitations. A part of the reason for that limitations is that the fire fighting techniques are not accurate and diverse; use of hand-held nozzles is improper... In actual training and combat, the Fire Prevention and Fire Fighting and Rescue Police force of Vietnam mainly uses direct attack techniques, which are the use of solid water jet, pyrotechnic spray, but have not used many other fire fighting techniques to achieve the fire fighting efficiency [4].

Meanwhile, in countries such as Japan, Singapore or the US... the use of a hand-held nozzles to spray extinguishing agents is very effective, often using a multi-function nozzles as a hand-held fire extinguisher to adjust the spray of extinguishing agent in 3 different spray types: solid water jet spray, fog attack.

From the above fact and according to the research results, it is possible to apply the fire fighting techniques using hand-held nozzles to improve the efficiency of fire fighting and extinguishing in Vietnam, as follows:

Dispersion spray and fog attack techniques

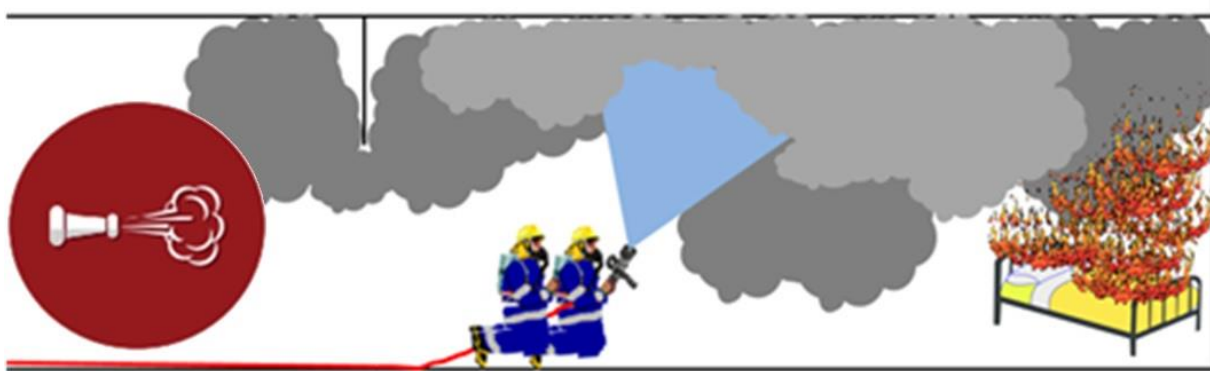


Fig. 1. Fog Attack

When using dispersion spray technique, the water jet is dispersed, the opening angle of the water jet is about 14-45 °C, the spray distance is shorter than that of the solid water jet, capable of covering the surface, illustrated in figure 1. This technique may be very effective on fires in enclosed spaces (cavities, enclosed rooms), where there is no wind, in windy places, its effectiveness will be greatly reduced. Dispersion spray technique has the effect of cooling glass components or fragile objects because the water jet disperses the force acting on the small glass surface to ensure safety for firefighters; cooling of flammable liquid storage tanks, compressed air cylinders, due to the need for a dispersed water jet to cool the surface of the tank or pressure vessel evenly; Dilute flam-

mable vapors that are leaked or broken out (reducing the concentration of combustible gas vapors below the explosive danger concentration range); sweeping spray to bring the liquid to a less dangerous and more controllable location, easier; in case it is necessary to settle the smoke to lower the temperature to approach the source of the fire, scout the fire or save the victims in the fire; dilute the flammable liquid when it is spilled (only applicable to water-soluble liquids), illustrated in figure 2. Note: Do not spray water on the locations where foam were previously sprayed; When dispersed spraying to extinguish a smoldering fire, the combustible layer must be shoveled up to ensure complete extinguishment [3].



Fig. 2. Use of dispersion spray reduces the concentration of combustible gas

In the fog attack technique, the water jet is dispersed into very small particles, the opening angle of the water jet when spraying is 45-80 °C, shaped like a thin circular screen, illustrated in Figure 3. This technique has a dilution effect mainly; When sprayed, it can create a curtain of water in front, which acts as a radiation shield, and at the same time the water jets shoot out to cool the soldiers. Therefore, it may be applied in the case of cooling for firefighters; rescue persons in fire. Note: Use fog attack only as a safety measure for soldiers, not as a substitute for other safety measures.

This method is most effective in fires in enclosed spaces, especially used when fighting high-rise buildings. Instead of directing the water flow directly at the fire, this technique aims the water stream (under 300 degrees) at the ceiling or wall above the fire, forming a droplet down the flame and extinguishing the fire, illustrated in figure 4. Water now has two effects: Firstly, the water cools the ceiling and walls thereby disrupting the thermal balance and part of the water will vaporize into steam thereby absorbing the heat of the combustion zone; Second, the rest will fall on the fire like raindrops and assist in extinguishing

the fire. Note: This technique creates a large amount of steam to increase the volume of the room, so it creates a great pressure, to ensure fire fighting, it is necessary to conduct smoke release and prevent the risk of burns for soldiers.



Fig. 3. Fog attack against flame radiation

Indirect attack

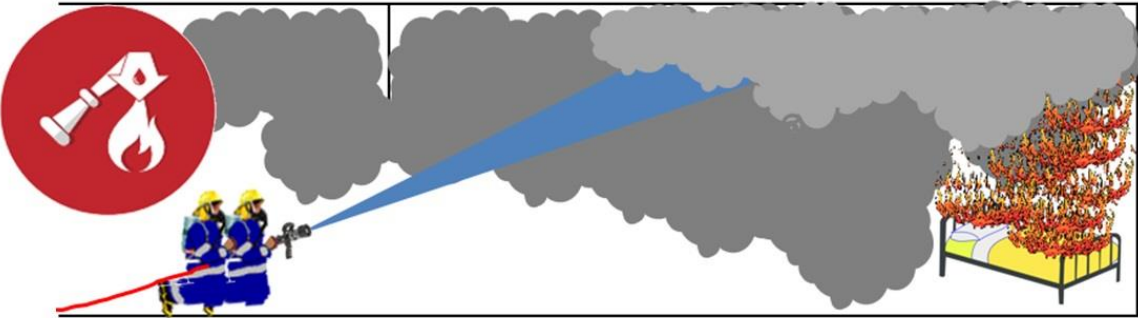


Fig. 4. Indirect attack

Direct attack

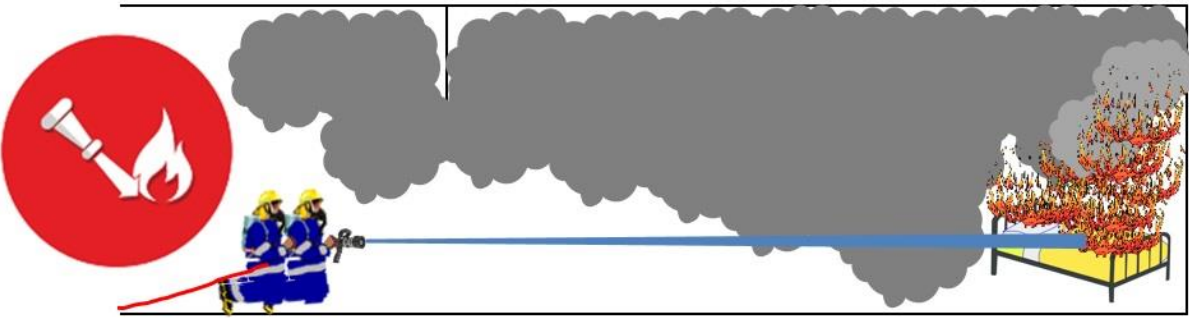


Fig. 5. Direct attack

This is the most widely known technique – this technique is performed by spraying extinguishant directly at the base of the flame (fire base) to extinguish the fire. This technique is performed by using a concentrated jet of water to suffocate the flame. The water jet is solid, the water jet's opening angle is about 5 °C, the spray range is large, the water jet pressure is strong, illustrated in figure 5. Effects of water jet spray are: In order to extinguish large area fires; to control and extinguish fires that are far from the standing position holding the nozzle to the fire; cooling the building components of the building that is on fire or cooling the victims trapped on high floors; controlled demolition of building structures (for example, using a jet of solid water to demolish construction elements such as wooden trusses with control to prevent fire spread, paving roads, fire access, etc.); cooling in case of fire burning liquid storage tanks, tanks on vehicles transporting flammable liquids; prevent fire spread or extinguish fires on solid surfaces. Cut the flame, raise the fire face in case of liquid or gas fire, spray out of the equipment, etc. Push back, collect the leaked flammable liquid, overflow on the ground to the required position without the danger of heat source; Use a jet of solid water to prevent the flammable liquid from escaping from the drum; Keep flammable liquids from leaking out of the container (applies to liquids with a density lower than water). So that this works effectively, firefighters must have a clear line of sight (or possibly thermal imaging cameras) and have a direct path to the fire.

Note: Do not spray on hot parts of the house because if it is suddenly cold, the building components will crack, deform or more dangerously collapse the structure; only spray on visible objects, do not spray into the smoke because it will make the smoke cover faster, obscure the view, lower the pressure balance plane; when working at height, must use safety hooks to hold persons and use hooks or ropes to hold hoses to prevent persons or nozzles from falling down due to loss of balance while fighting a fire; Do not spray water on the place where the foam has been sprayed because it will change the ratio of the foam to the air, reducing the coverage of the foam on the surface or drifting the foam to another location.

Combination attack

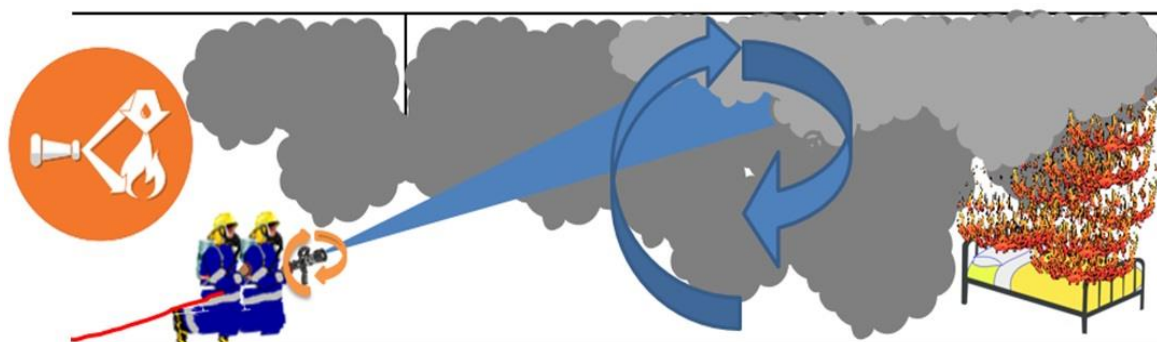


Fig. 6. Combination attack

Advantage of this technique is that it simultaneously resists the overhead gas mixture, like the indirect method, while striking the fire itself directly, extinguishing it quickly and minimizing the risk of spread. In order to use this technique, firefighters must be flexible with their hands to adjust the direction of the nozzle, illustrated in figure 6. When going up, use dispersed rays, and when fighting, use solid water jets to spray directly at the base of the fire. This technique is often used to fight fires in enclosed spaces or warehouses and workshops with potentially explosive dust concentrations.

The 'two lines in' method

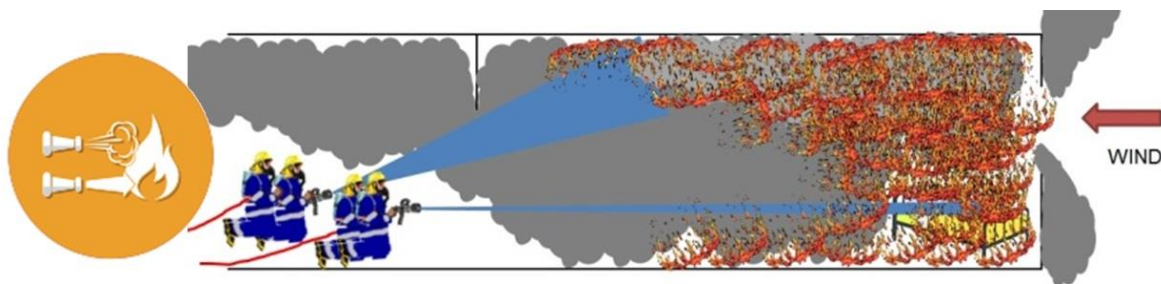


Fig. 7. The 'two lines in' method

This is the technique using two water lines: Spray of combined fog and solid jet stream, illustrated in figure 7. This technique is used for fires in large, high-temperature or wind-blown fire situations, such as high-rise building fires. Ask two groups, two persons each, to each use a different type of nozzle and faucet. One group operates a low/high pressure fog nozzle and the other uses a solid water jet nozzle. When two teams work in tandem and work well together, this approach works very well. One group focuses on attacking the flame directly, while the other focuses on stopping the flame in any direction from spreading (direction of fire development).

References

1. The Government (2018), Report on the implementation of the Law on Fire Prevention and Fighting for the period of 2014-2018.
2. Police Department of Fire Prevention and Fighting and Rescue – Vietnam (2020) Summary report on fire prevention and fighting and rescue work in 2020, Hanoi.
3. Dinh Ngoc Tuan, Nguyen Xuan Linh. Application of multi-function nozzles in fire fighting // Journal of Fire Prevention and Fighting. 2015. No. 70. Pp. 38, 39, 47.
4. Ngo Van Xiem. Effective research solutions for fire fighting // Journal of Fire Prevention and Fighting. 2015. No. 76. Pp. 26, 27, 50.
5. <https://www.cityfire.co.uk/news/fire-fighting-techniques>

Ngo Van Anh, Nguyen Duc Hung (Vietnam)
DEVELOPMENT OF RESCUE PROCEDURES IN CASE OF SPILLS
AND LEAKS OF CHEMICALLY HAZARDOUS SUBSTANCES
FOR THE FIRE AND RESCUE SERVICE

This article focuses on studying the characteristics of some chemicals and building rescue procedures for the fire and rescue police force when dealing incidents of chemical spills and leaks. In order to improve the effectiveness of the rescue work, it is necessary to organize the rescue work timely and according to the procedures.

Key words: chemical, incident, rescue.

Нго Ван Ань, Нгуен Дык Хунг (Вьетнам)
РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУР СПАСЕНИЯ В СЛУЧАЯХ РАЗЛИВОВ
И УТЕЧЕК ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ
ДЛЯ ПРОТИВОПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ

Проведён анализ характеристик некоторых химикатов и процедурам спасения зданий для пожарных и спасательных служб полиции при возникновении аварий, связанных с разливами и утечками химических веществ. Для повышения эффективности спасательных работ необходимо организовать спасательные работы своевременно и в соответствии с процедурами.

Ключевые слова: химикаты, авария, спасение.

According to statistics of the Fire and Rescue Police Department, by 2020 in Vietnam, there are 2.750 chemical facilities under the management of fire prevention, fighting and rescue, including: 2.139 facilities are at risk of fire and explosion, incidents [4]. Chemical production, trading and use activities are mainly distributed in 12 different chemical industries; there are about 100.000 chemicals being commonly used in the production process in enterprises; There are about 8.000 commercial chemicals that are toxic and about 1.000 new chemicals are created every year [2].

Chemical properties are mainly flammable, explosive, irritating, toxic and corrosive. Therefore, the operation of chemical-related facilities is always potentially unsafe. Chemical incidents can happen at any time, and when they do, there is always the potential to develop into a large-scale, wide-ranging incident adversely affecting people's health, economy, property and surrounding environment at local or long-term level, even more serious can become environmental incident or environmental disaster [1].

For volatile chemicals, when incidents of spills or leaks occur, those chemicals evaporate, spill or flow into the environment, polluting the environment and affecting the ecosystem, the human life and health. The fastest spread of hazardous chemicals is through the air, for example substances in gaseous form or volatile at normal temperature such as chlorine, bromine, mercury,

digoxin, nitric acid, phosgene, ammonia... especially those used in plant protection industry. They will cause rapid and widespread damage to both people and creatures with high damage.

For liquid chemicals, when spills or leaks occur, the dispersion process into the environment will be slower than gaseous chemicals. However, along the flow, toxic substances can enter other facilities, causing fire spread or toxic to aquatic products or persisting into river and lake bottom sediments and entering the food chain for humans, livestock and poultry.

For chemical incidents, the danger increases when a fire occurs, because the increased temperature will cause many liquid toxic substances to evaporate, spreading the fire, causing explosion such as acetone, cyanide, nicotine... In addition, some substances can decompose to produce oxygen such as H_2O_2 , NH_4NO_3 , $KMnO_4$ making the fire worse...

From the actual rescue work and through the reports of learning from experience in fighting chemical fires, it shows that the rescue work in such fires encounters many difficulties and complications: long firefighting time; need many forces and means; many soldiers were injured during the firefighting; the fires still had a great impact on the surrounding residential area... Although the soldiers of the Fire and Rescue Police force had made great efforts, the damage caused by the incident was minimized... However, due to many different subjective and objective reasons, the effectiveness of rescue work is still limited.

In order to minimize the loss of life and property, and at the same time improve the efficiency of the rescue work of the fire and rescue police force when participating in handling incidents of spills and leaks of chemicals, the author has built a rescue procedure (Figure 1) as follows:

Assessing situation: As soon as an incident occurs, the facility's force assesses whether the incident can be controlled internally within that facility. If so, the facility's force will handle the incident according to the pre-built plan. After the incident is handled, the facility's force investigates the incident and reports it to the facility's leaders and functional agencies; If it is found that the incident is beyond the capacity of the facility's force, immediately notify the fire and rescue police force for support.

Receiving and handling incident warnings: The receipt of chemical fire and explosion warnings must comply with the provisions of Articles 4 and 5 of Circular No. 140/2020/BCA-BCA [3], actively and proactively exploiting information from the incident alerter, thereby collecting specific information related to the incident.

Mobilizing forces and vehicles to go to rescue: After receiving alarms about a fire, incident, the unit commander being on duty must quickly assess the incident situation and give orders to immediately mobilize forces and vehicles of the unit to go to rescue, ensure to handle the situation quickly and promptly, but in any case the number of vehicles to be mobilized will not be less than 02 motorized fire fighting and rescue vehicles.

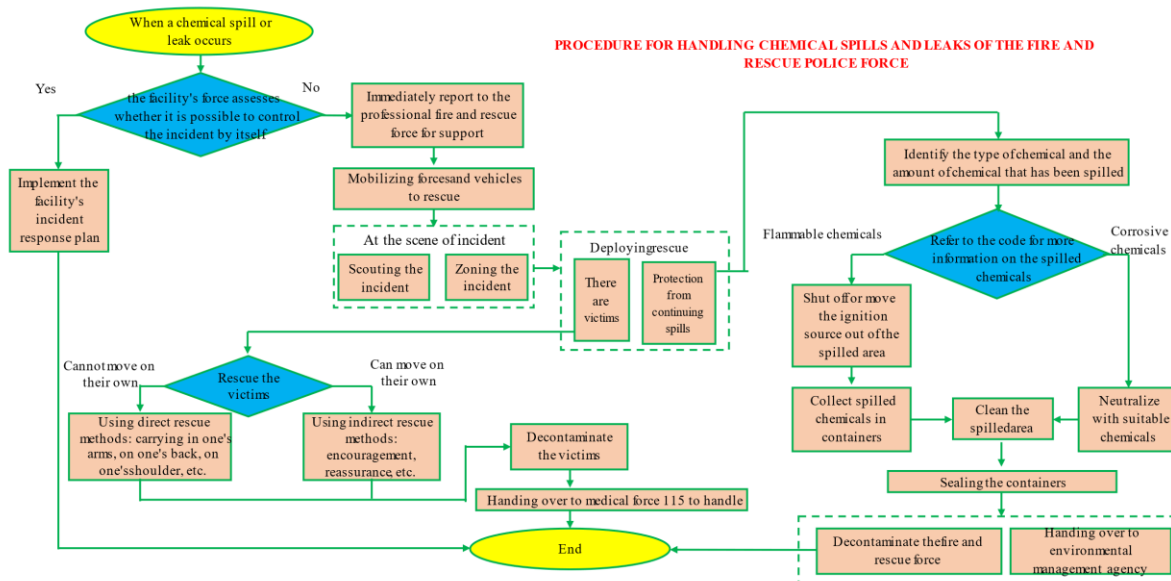


Fig. 1. Procedures for handling chemical incidents in case of spills and leaks

Scouting incident and accident: performing the scouting missions with sufficient numbers and components: each scouting team must have 03 or more people, including one member who is a technical officer of the facility where the incident occurred; the scouting process uses methods: observation, interview, document study, direct scouting at the scene... Thereby clarifying whether or not the victim is trapped in the facility, the type of chemical leaked, the possibility of affecting the surrounding residential area [5].

Zoning the incident: Depending on the situation and developments of the incident, divide the incident scene into 2 or 3 operating zones in order to clearly demarcate the boundaries of the fire area and the contaminated area from other areas, limiting harmful chemicals from spreading and affecting the surrounding area and environment [5].

Rescue victims: for chemical incidents, victims are mainly composed of two groups of subjects: people living around the facility and workers who are still trapped inside the facility where the fire or explosion occurred. Therefore, the Fire and Rescue Police force needs to perform the following tasks: Evacuate all employees working at the facility who can get out by themselves and people living around the facility where the chemical fire or explosion occurred; organize the search and rescue of victims still trapped in the fire; Give first aid to poisoned victims, and victims with chemicals on them; Hand over the victims to the medical force.

Protection from ongoing spills and leaks: In parallel with rescue operations, the rescue force must carry out to prevent spills and leaks of chemicals from continuing. First, create a barrier around the spilled area with a float or pil-

low. This will prevent chemicals from spreading and reduce the impact on the environment and rescuers. For spills on the water surface, use the oil absorbent socks to create a barrier to prevent chemicals from spreading and affecting the environment. Then, limit the chemical's spread more widely by controlling it at the source. This can be done by closing the valves, sealing the containers with specialized sealing means...

If the spilled or leaked chemical is corrosive, it is necessary to use another chemical to neutralize its toxicity;

If spilled or leaked chemical is flammable, it is necessary to disconnect or limit the heat source from the incident area, then collect the spilled or leaked chemical in a container.

Clean the area that has just been spilled, leaked chemicals: After chemicals have been safely stored or neutralized, the area that has just been spilled, leaked must be decontaminated and cleaned. Use suitable absorbent for absorption (chemical absorbent pad, oil absorbent pad, neutralizing powder, etc.), pillow or liquid absorbent material in the cleaning kit, the cleaning must be done from the outside to the inside of the incident area. Use the chemical/ oil absorbent pad to absorb, prevent chemical spills and to clean up any residue that may be left on the surface. Use pillows to absorb large amounts of liquid. The absorbent powders provide the ability to absorb large amounts of liquid and are great for removing spilled chemicals into cracks and crevices in rough surfaces.

Sealing containers: After chemicals have been safely stored in containers, the rescue force needs to combine with functional forces to seal the containers and hand them over to the environmental management agency for handling.

Decontamination for the rescue force: After completing the task, the rescuers must be cleaned and decontaminated according to the process with neutral solution or clean water.

End of the rescue: Re-check the incident scene to recover the vehicles back to the unit to continue on duty and be ready for fire fighting and rescue; assign officers to coordinate in the protection, examination of the scene and investigation of the cause of the incident; organize meetings to learn from experience after handling the fire, incident and accident; Report rescue results to direct management commander. [3]

In closing, the rescue work of incidents of spills and leaks of chemicals is an important task in order to ensure the safety of human health and life, property and the environment. In addition to always training physically, mentally, and professionally, the fire and rescue police force must also understand the rescue procedures for chemical spills and leaks. Therefore, the fire and rescue police force needs to follow the process right from receiving information about the incident to completing incident handling and handing over to management agencies.

References

1. Ngo Van Anh, Mai Phuong Lan. Effects of chemical fires and explosions on the environment and problems for the Fire Prevention and Fighting Department // Journal of Environmental Industry, 2021. No. 3+4. Pp. 43-46.
2. Hong Anh. Chemical management solutions for sustainable development // Economy & Forecast Review, November 2018, Hanoi.
3. Ministry of Public Security (2020), Circular No. 140/2020/BCA-BCA dated December 23, 2020 stipulating the implementation of firefighting and rescue operations of the People's Public Security force, Hanoi.
4. Vietnam Fire and Rescue Police Department – Ministry of Public Security (2021), Basic survey data related to the fire and rescue police force, Hanoi
5. Vu Van Thuy, Pham Viet Tien. Basic issues of rescue: Textbook. Hanoi: Transport Publishing House, 2016.

Ngo Van Anh (Vietnam)

PREVENTION OF FIRE AND FIRE SPREAD FOR FACILITIES WITH LARGE AREA AND SPACE

It is shown that the assessment of the causes of fires as a basis for making decisions on the prevention of fires and the safety of extinguishing, as well as the search for solutions to combat fire and prevent the spread of fire on large-scale facilities was and remains a necessary task not only for Vietnam, but for all countries of the world.

Key words: fire, prevention of fire spread, large object.

Нго Ван Ань (Вьетнам)

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОЖАРА И ПРЕКРАЩЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТАХ БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ

Показано, что оценка причин пожаров как основа для принятия решений по предотвращению пожаров и безопасности тушения, а также поиск решений по борьбе с огнём и предотвращению распространения огня на объектах большой площади была и остаётся необходимой задачей не только для Вьетнама, но для всех стран мира.

Ключевые слова: пожар, предотвращение распространения огня, объект большой площади.

Starting from technological requirements and operational nature, production facilities, warehouses, markets, shopping centers... all need to use large area and space buildings to arrange production lines as well as to store goods in order to save costs and ensure requirements for production and business activities. However, because these facilities often gather a large number of people and goods, when fires occur, they are often serious fires causing great damage to both people and property. Not only that, such fires also adversely affect psychology, lives of people, investment environment and causing economic damage... is a national problem

In recent years, there have been a number of serious fires at facilities with large areas and spaces both in the country and around the world, causing great damage to people and properties. Some typical fires are:

Around the world: The fire at the shopping center of Kemerovo province, Russia on March 25, 2018, killed at least 64 people and injured hundreds. The fire has spread about 1.500 m²; The fire occurred at Maxim shopping center, at address 57, Vladivostok avenue, Vladivostok city, Russia on September 21, 2019. the fire spread over 1000 m² within 30 minutes, consuming all goods; the property damage is estimated at 5-6 million USD; the fire occurred at the Paint and varnish warehouse in the Darnitsky district of the capital Kiev, Ukraine, on April 8, 2020, has spread over 1.000 m², burned all the goods; The fire occurred in the shopping center of Surat city, India on May 24, 2019, killed 17 people;

In Vietnam: the fire of Woodland Company in Quang Minh Industrial Park, Me Linh, Hanoi on October 18, 2014 caused a loss of 130 billion VND; the fire occurred on April 12, 2019, at Lane 1 Dai Linh, Trung Van ward, Nam Tu Liem district, Hanoi, within 25 minutes the fire spread and burned about 1.200 m² of the factory and killed 8 people; the fire occurred on April 9, 2020, at the cashew nut warehouse of Thanh Chi Joint Stock Company in Phu My 1 Industrial Park, Phu My town, Ba Ria – Vung Tau province, spread 10.000 m² containing 15.000 tons of cashews. The damage is estimated at 400 billion VND.

The causes of large fires in facilities with large space are many, but mainly due to the following reasons:

Firstly, about the construction structure characteristics Nowadays, steel structure (steel columns, steel trusses, corrugated iron roofs, non-load-bearing brick walls or concrete columns) is often used to build production facilities, warehouses, markets with large spaces. The steel structures without the current fire protection layer are classified according to fire resistance grades II and III [5]. The maximum allowable area for a warehouse, one-storey production workshop with fire resistance grades II and III, production class C is 5.200 m² [5]. Small warehouses often also have an area of over 1.200 m² to 3.600 m². Due to the large area, the height of buildings is usually from 6-12m. To prevent heat, many facilities now use combustible materials such as plastic, foam, plywood, these are materials that burn very quickly and are "guide" for the fire to spread to the entire area of the workshop.

Due to the above characteristics, fires occurring in large-area facilities are often very complicated. In the early stages of the fire, due to the large space, the fire conditions are very favorable, the fire develops quickly like in outdoor conditions. The fire spread very quickly and is not restricted by the baffle walls like

when burning in buildings with baffle walls. Due to the very fast burning speed, the heat emission of the fire is also very large, not to mention the covering structure of the building hinders the heat release to the environment, so within a short time of 15-20 minutes from the time the fire appears, the average temperature of the air in the entire workshop space or of a part in the space near the fire will reach the flash point of most indoor combustible substances (about 380 °C). Under such temperature conditions on the surface of the combustible substances will form a mixture of flammable gases and vapors which is enough for the fire to burn the entire goods and materials indoor or areas where these temperatures are reached. Therefore, when the fire fighting force arrived, the fire would have grown to a large area of hundreds of m² (after about 15-20 minutes since the fire occurred).

On the other hand, the type of workshop is structured with a steel frame and a corrugated iron roof, with the bearing structure of the roof and steel columns, so it is often detrimental to the fire fighting force, leading to the spread of the fire. This type of structure is stable under normal conditions, but at high temperature, it will quickly lose its bearing capacity, especially when the temperature reaches about 6.000 degrees Celsius, the steel structure will completely lose its bearing capacity, the corrugated iron roof will cover the fire, making it impossible for fire fighting forces to access and spray water at the root of the fire while the fire is still burning fiercely underneath the corrugated iron roof.

Secondly, about how to arrange the goods. In order to make the most of the space and area of the building, in warehouses, markets, shopping centers, goods and supplies are often densely arranged into high stacks, obstructing the view. Therefore, when a fire occurs, it is often difficult to detect, or when detected, the fire has spread, the firefighting force of the facility is not capable of extinguishing the fire. The common way of arranging goods today in warehouses is to leave only one aisle in the middle for input and output of goods and also due to the high stacking of goods, people often take advantage of the walls and columns as a fulcrum for the stacks of goods, instead of having to ensure the distance of 80 cm between the stacks of goods and walls as prescribed. This makes it difficult for fire fighting forces to approach the fire. Also according to the regulations on preservation of goods in warehouses, markets, and shopping centers, goods must be arranged in separate stacks.

There must be a distance between the stacks to inspect the goods and be wide enough for the forces to operate in the event of an incident. However, this issue has not been taken seriously, especially for warehouses with a large inventory, newly imported goods, and in the shopping season and holidays, this type of arrangement is very common.

In many cases at warehouses and workshops, because their owners want to take advantage of the space and save construction investment, they have arranged technological lines that do not meet the requirements of fire protection. The construction of fire prevention walls, the installation of automatic fire alarm and fire fighting equipment according to regulations at the warehouses and workshops is not strictly implemented yet. In many places, although automatic fire alarms and extinguishing systems have been installed, but due to poor maintenance, when incidents occur, these systems operate inefficiently or even fail to function. In addition, these facilities often take advantage of a part of the factory area to store raw materials, semi-finished products and finished products, so the already cramped workshop space is even more cramped, creating favorable conditions for the fire to spread quickly and hinder the fire fighting.

Thirdly, the facility's fire protection force is not effective. According to regulations, most countries and even Vietnam, at each facility, must set up a fire prevention team and be fully equipped with appropriate fire fighting equipment to ensure the ability to promptly extinguish fires arising in the facility. However, the operation of the facility's fire protection team was not effective.

According to statistics, major fires at facilities often occur at night, outside of working hours, when the security force is very few, so the fire cannot be detected in time or when detected, there is no force to organize fire extinguishing or handling is very embarrassing, the fire fighting equipment of the facility is inoperable or inefficient, typically such as: A fire at a warehouse storing dangerous goods at Binhai industrial park in the Tianjin city, China, on the night of August 12, 2015, killed at least 44 people and injured more than 500 others. Because the notification to the fire fighting force was too slow, it took more than 30 minutes after detecting the fire for the fire fighting force to receive the information, so when the fire truck arrived, the whole fire area became a "sea of fire".
[1]

Fourth, in some countries, the forces on site are not capable and qualified to handle large fires.

According to statistics, the forces and means of fire fighting in Vietnam are currently very sparsely arranged, still lacking and much weaker than in some developed countries such as: USA: 179 km²/1 fire fighting team with 1,4 fire engines in general; Italy: 334 km²/1 fire fighting team with 2,9 fire engines; Germany: 11 km²/1 fire fighting team with 1,3 fire engines; France: 99 km²/1 fire fighting team with 1,3 fire engines; in Vietnam: 1960 km² /1 fire fighting team with 2,4 fire engines. Therefore, extinguishing and preventing the spread of such fires is beyond their ability.

From the above reasons, the author would like to propose two groups of solutions to extinguish fire and prevent fire spread for facilities with large area and space as follows:

Group of active fire prevention solutions include: Building fire rated partitions, water curtains, making fire curtains from non-combustible materials, dividing facilities into separate compartments, lots to create a distance to prevent fire

Building the fire rated partition is a very effective solution to prevent fire from spreading, but such building of partition often affects the operational properties of facilities and increases the cost of construction so sometimes people often skip building it.

From the perspective of the combat capability of the existing fire fighting force in a locality, when a fire with an area of about 200 m² occurs, there will be a force with 4-5 fire engines coming to fight the fire, with such force they could hardly prevent the fire from spreading. Therefore, the solution of building the fire rated partition to divide the facility into separate areas to prevent the fire from spreading is an effective and proactive solution.

The use of water curtain is also very effective, but the investment cost to equip and maintain the operation of this system is also very expensive. In order for a water curtain to work effectively, the water spray intensity must be at least 1 liter/second/m². If it is a water curtain for a workshop with a width of 30 m, it must have a fire pump with a flow of 30 liters/second or more, equivalent to the pump capacity of a fire truck. For this system to operate for 1 hour, facilities must have a reserve of 108 m³ of water available at all times. The cost for maintenance, periodic inspection to ensure this system works effectively is also quite expensive, so this solution is often used in places with narrow width.

Making fire curtains from non-combustible materials. For this solution, the fire prevention time is not much because only about 15-20 minutes the fire will easily damage the curtain and spread to the surrounding areas, even in many cases even though the fire curtain is still present, the surrounding areas are still burned because of the very low insulation of the curtain. For this reason, the fire curtain are not often used.

Dividing the facility into separate compartments and lots, creating a distance to prevent fire. By arranging, alternating flammable shipments with non-combustible, non-flammable shipments or covering non-combustible tarpaulins on flammable consignments (in stock)... can also partially limit the flame's spread rate. These solutions have been applied in warehouses and workshops in our country. However, the alternating arrangement of goods can only be applied to facilities where producing, trading and preserving flammable, inflammable and non-flammable goods, and those where only flammable goods are not applicable.

By creating safe distances between shipments it is also possible to limit the spread of flames. However, this solution is only effective for preventing fire from spreading in the early stages because it cannot prevent sparks or heat radiation and especially when the average factory temperature reaches about 380 °C, this distance will no longer be effective. On the other hand, creating distances to prevent fire from spreading takes up a lot of space, so it is often not applied.

Group of passive fire prevention solutions . This solution applies after the fire occurs and is flexibly applied based on specific situations, when applied to facilities with large areas and spaces, is mainly to use forces and means to prevent fire and create distances against fire spread.

In order for the fire fighting force to operate effectively, in addition to having an elite force, modern means, and sufficient quantity, the conditions for the force and means of fire fighting to operate are also very important. Conditions for fire fighting include: The fire fighting water source must ensure that the fire engine operates at full capacity, with sufficient flow and continuously throughout the fire fighting process. For large fires, a very large flow of water is required. In order to effectively prevent large fires from spreading, the fire-fighting force must reach the source of the fire to extinguish the fire. However, as analyzed above, when a fire occurs in a facility with a large space, especially when the fire has spread over a large area, it is very difficult to approach the fire. Therefore, from the time of construction, measures to prevent fire spread must be included in the design.

References

1. International association of fire and rescue services. Center of fire statistics. World fire statistics. https://www.ctif.org/sites/default/files/2019-4/CTIF_Report24_ERG.pdf
2. Dinh Ngoc Tuan. Textbook of basics of firefighting tactics. University level. Hanoi: Science and Technology Publishing House, 2006. Pp. 71-76.
3. Nguyen Duc Thang. The preventing fire and preventing fire from spreading in production facilities, warehouses and markets with a large area and space // Fire fighting and prevention magazine, 2008. No 1. Pp. 42-45.
4. TCVN 2622:1995. Fire prevention and fighting for houses and works – design requirements.

Nguyen Duc Hung (Vietnam)

**WARNING ABOUT THE RISKS OF ACCIDENTS
AND EMERGENCIES AND SAFETY MEASURES
DURING FIRE AND RESCUE OPERATIONS**

The analysis of the risks of accidents and incidents with fires during fire extinguishing and during rescue operations has been carried out. Proposed safety measures for firefighters when performing fire and rescue operations.

Key words: fire and rescue police, firefighting and rescue, risks of accidents and incidents, safe management.

Нгуен Дык Хунг (Вьетнам)

**О РИСКАХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ
И ИНЦИДЕНТОВ И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ**

Проведён анализ рисков возникновения несчастных случаев и инцидентов с пожарными во время тушения пожара и при спасательных операциях. Предлагаются меры безопасности для пожарных при выполнении пожарных и спасательных операций.

Ключевые слова: пожарно-спасательная полиция, пожаротушение и спасение, риски аварий и происшествий, безопасное управление.

According to statistics of the Fire and Rescue Police Department, Ministry of Public Security, from 2016 to 2020, there were 17.401 fires and 134 explosions in Vietnam, killing 514 people and injuring 1.064 people. As the core force, the Fire and Rescue Police force has maintained, organized standing, ready to fight, coordinated with other forces to rescue and extinguish 11.556 fires; directly carried out 15.772 rescue cases, saved 4.713 people and found 2.289 victims' bodies [1]. Although the Fire and Rescue Police force has been proactive in training skills and tactics of fire fighting and rescue; carefully prepared vehicles and other necessary conditions to improve the efficiency of fire fighting and rescue as well as ensure the safety of firefighters when performing their duties. However, due to the highly dangerous nature of this particular job, along with the lack and inconsistency in investment, equipment, firefighters always face the risk of accidents, incidents affecting their health and life when performing fire fighting and rescue missions.

Therefore, in the process of carrying out fire fighting and rescue work, the the Fire and Rescue Police force always have to face many risks of causing incidents and accidents such as:

Risks from vehicles and equipment: In addition to the problem of structure and capacity of fire engines, rescue vehicles, lack or damage of safety equipment, fire pumps, breakage of fire hoses; damage of anti-smog equipment

and protective clothing, or inadequate equipment for firefighters [3]... will be combined with other environmental factors in firefighting and rescue operations, increasing the risk of accidents and incidents. Risks from firefighting and rescue vehicles and equipment are factors that cause accidents and incidents that are not related to unsafe activities of the fire and rescue force.

Risks from human: Human actions (firefighters and rescuers) that have the potential to cause accidents, incidents or actions that change a safe state into an unsafe state, which causes accidents and incidents. The risk factors from human are believed to stem from the lack of awareness, knowledge, experience, physical strength, and safety skills of firefighters or the decrease in awareness as well as the ability to feel about safety, misjudge the situation when performing the firefighting and rescue work.

Risks from the environment: Climatic conditions, geographical conditions related to the natural environment or risks arising from accidents and incidents are called environmental risk factors. These risks of accidents and incidents may be latent at the beginning or may arise during the occurrence of incidents, accidents and when soldiers performing their duties, such as: Heavy rain, storms, floods, landslides, high temperature, high humidity, falling while working at height; smoke, toxic gas from the fire, risks of explosion, collapse of the structure, electric shock or risks of infection when rescuing and transporting victims at the scene [3]; Unusual fire phenomena such as flashover, backdraft, boilover, etc. Accidents and incidents can also happen to firefighters and rescuers when emergency and unpredictable situations arise at the scene of the incident or soldiers have to operate in conditions that require urgency or operate under conditions of limited time and space.

Risks from the system: Shortcomings in the safe management system related to the dissemination and awareness of measures to prevent recurrence of accidents and incidents or the commanding on scenes for the soldiers or the daily instructions and professional training on safety issues combined with other factors that lead to the inability to prevent accidents or incidents, these are called risks from the system. These risk factors are indirect factors, but when they combine with direct factors that related to vehicles, equipment, people and environment, they will give rise to incidents and accidents.

From the characteristics of fire fighting and rescue operations, it is possible to outline the mechanism of incidents and accidents for soldiers when performing their tasks as follows [2] (Figure 1).

Accidents and incidents that often happen to firefighters and rescuers mainly arise from unsafe states due to risk factors from vehicles and equipment (lack of necessary vehicles and equipment; inadequate safety measures; inappropriate protective clothing...) and unsafe actions due to human risk factors (actions that were aware of the risk but the soldiers accepted to face it); skills of

soldiers are not proficient, work experience is not enough...) or a combination of both factors. At that time, the risks from the system, such as the lack of a safety management system, will be combined with the risks from vehicles and equipment and the risks from humans affecting such accidents and incidents. In addition, there are risks from the environment as a direct risk group, which can affect separately or in combination with the above risks to cause accidents and incidents.

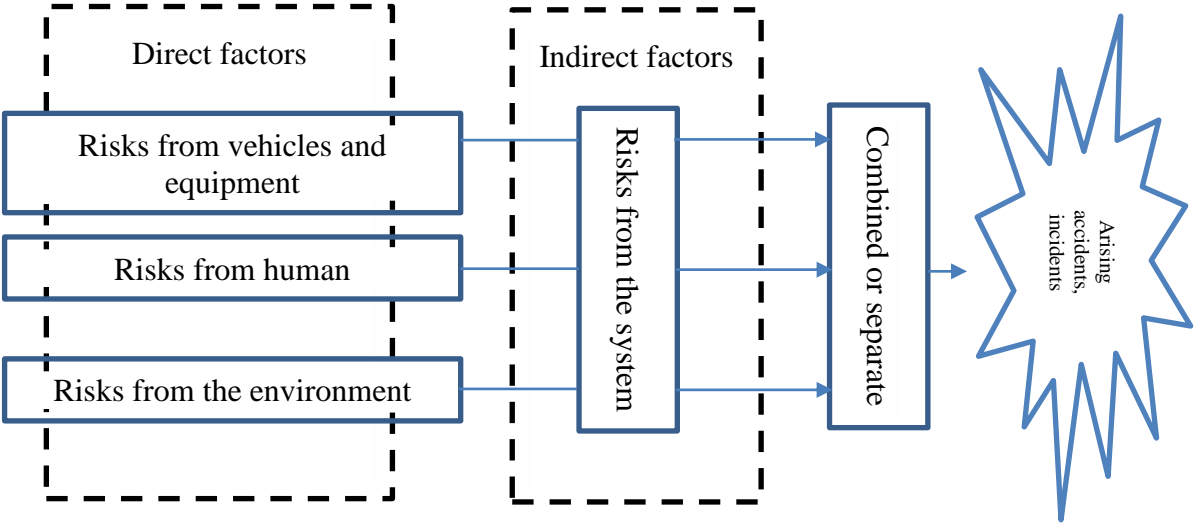


Fig. 1.

On the basis of warning about the risks of causing incidents and accidents for soldiers, in the work of safety management when performing fire fighting and rescue tasks, it is necessary to take a number of measures as follows:

Firstly, encourage pointing and calling [2]: This is a method of pointing at the object to be confirmed and operated, saying the object's state and the content of the operation for confirmation. This is the experience that the Vietnam Fire and Rescue Police force has learned in many training sessions on skills and tactics of fire fighting and rescue in Japan. For example: At the scene of a fire, fire-fighters are organizing a fire fighting activity, when connecting two hose reels, a soldier looked at the hose line and saw the connection position of the two hose reels that were installed together, that soldier will point to the connection position and loudly say its status “Connection completed!”.

The effectiveness of pointing and calling: Thanks to pointing and calling, it will change the level of awareness and increase the ability to pay attention to the activities of soldiers. Normally, incident commanders can only observe the activities of the soldiers near him, but through the method of calling, he will grasp the activities going on behind him. Pointing and calling will help incident commanders better manage safety, especially when soldiers perform tasks in groups.

Specific effects of pointing and calling: By self-aware of their own actions, soldiers will increase the accuracy of their operations; is a means to help inform about soldiers' operations for incident commanders and other soldiers to understand; is the basic principle of firefighting and rescue operations, relying on pointing and calling can confirm safety twice.

How to do pointing and calling: When performing, the soldier's eyes must be focused on the position to be confirmed; the right arm should be straight, use the index finger (or index and middle fingers) of the right hand to point at the position to be confirmed; say loudly "... Done!"; Listen to your own voice (say as loudly as possible).

Secondly, communicating with each other through voice: In firefighting and rescue operations at the scene, the regular communication with each other through voice (including communication via communication equipment such as walkie-talkies) is very important because it helps to better manage the safety of soldiers performing their duties. At the same time, communicating with each other through voice will help incident commanders and soldiers better understand the operational status going on at the scene.

The working conditions of soldiers are greatly influenced by external factors, in which noise at the scene and from rescue operations will cause significant obstacles to voice communication. Therefore, when communicating information by voice, it is necessary to pay attention to the following points: Speak loudly and clearly to communicate to the incident commander and other soldiers around; combined with the gesture of pointing because it help increase the possibility of reconfirming the work content between the soldiers in noisy and chaotic scenes.

Thirdly, accuracy must be valued over speed: In firefighting and rescue operations, there are three factors that are always valued in order of priority [4]: Safety, accuracy, and speed. Prioritizing speed and ignoring safety as well as accuracy is the root cause of errors and confusion of soldiers when performing missions. When operations are accelerated, the processing speed of the brain does not keep up with the speed of manipulation, easily leading to omissions. Firefighting and rescue operations need to place more importance on accuracy than speed. However, to avoid not achieving high efficiency in work, not every operation should be done slowly to achieve that accuracy. Operating too slowly will reduce concentration and memory, which can cause human error (may be temporarily forgotten or perform the operation unconsciously...). Therefore, to avoid human errors, soldiers need to focus on operations when performing tasks.

Fourthly, comply with regulations: In firefighting and rescue operations, must ensure that operations are carried out in accordance with regulations and comply with the orders of incident commanders. Even a small violation of regulations, if ignored, will gradually reduce the sense of danger when violating regulations and rules, leading to a violation of important regulations. The result will lead to accidents, incidents. Once the Fire and Rescue Police Department has issued the regulations, soldiers are not allowed to deduce themselves to falsify those regulations, must always comply with the regulations.

References

1. Fire and Rescue Police Department, Summary of work in 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, Hanoi.
2. Fire Department of Kyta-kyushu. Documentation of safety management training on fire prevention, firefighting and disaster prevention. Kyta-kyushu, 2017.
3. Vu Van Thuy. Ensuring the safety of firefighting, rescue and rescue forces, contributing to improving the efficiency of firefighting and rescue today // Fire fighting and prevention magazine. 2017. No. 94. Hanoi.
4. Vu Van Thuy, Pham Viet Tien. Textbook of Basics of Rescue. Hanoi: Transport Publishing House. 2016.

Nguyen Tuan Anh, Nguyen Van Can (Vietnam)
**THE ROLE OF THE FIRE EXTINGUISHING LEADER
IN FIRE AND RESCUE OPERATIONS**

The analysis of the role of the fire extinguishing leader in fire and rescue operations is carried out. A number of requirements and solutions have been proposed to improve the efficiency of leadership in firefighting and rescue operations. It is shown that all officers of the fire and rescue police, from commanders to junior officers, must have the necessary qualifications and experience to complete the assigned task.

Key words: commander, rescue, fire police.

Нгуен Туан Ань, Нгуен Ван Кан (Вьетнам)
**РОЛЬ РУКОВОДИТЕЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА
В ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ**

Проведён анализ роли руководителя тушения пожара в пожарно-спасательных операциях. Предложен ряд требований и решений для повышения эффективности руководства при пожаротушении и спасательных операциях. Показано, что все офицеры пожарно-спасательной полиции, от командиров до младших офицеров, должны обладать необходимой квалификацией и опытом для выполнения поставленной задачи.

Ключевые слова: руководитель тушения пожара, спасти, пожарная полиция.

According to the statistics of the authorities in Vietnam, from 2012 to 2020, the fire police force carried out 18.349 cases of rescue, including 12.074 rescues in fires, 2.716 underwater rescues, 911 rescues of vehicles, 351 rescues in construction collapses, 308 rescues in tunnels, deep wells, 331 rescues from height, 1.658 rescues for other incidents and accidents [5]. On average, each year, the fire police force has to perform and handle more than 5.000 cases, an average of about 15 cases per day. With such a large workload, all officers from commanders to junior officers of the fire police force must not only have good

health, courage and ingenuity but also have work capacity and necessary professional expertise to be able to successfully carry out the task of rescuing people, property, minimizing damage caused by incidents and accidents. In combat operations, the role of command is really important, it will decide the "success or failure" of firefighting and rescue operations. Therefore, to enhance the effectiveness of fire fighting and rescue operations, it is vital to improve command capacity in firefighting and rescue operations.

The command of firefighting and rescue operations is to control the forces and vehicles mobilized to the scene of fires, incidents or accidents by the order of the competent person in accordance with the law to carry out combat operations in order to quickly rescue victims, vehicles and property from danger, quickly control and extinguish fires, and minimize damage caused by fires, incidents and accidents. Thus, the command of firefighting and rescue operations is the control of combat activities of forces and vehicles participating in firefighting and rescue of the competent person; the command of firefighting and rescue operations is controlled by orders. The incident commander's decisions must be transformed into combat orders and must be strictly followed; the incident commander must have a legal responsibility for his decisions.

For the fire and rescue police force, the incident commander must be a person holding the highest position from the team leader or higher or a person authorized by the person holding the highest position of the fire and rescue police force present at the scene. [3, 4]

Tasks of the incident commander of firefighting and rescue operations: Mobilizing forces, vehicles, properties, water sources, fire extinguishing agents and materials for firefighting and rescue; Determining the location for firefighting and rescue; Devising and organizing the implementation of technical measures and tactics for firefighting and rescue; Devising measures to ensure traffic and order; Organizing logistics and medical work; Organizing communication to support firefighting and rescue; Organizing ideological and political work in firefighting and rescue; Organizing provisions of information on fire and rescue; Deciding to terminate firefighting and rescue activities; Coordinating in organizing the incident and accident scene preservation; Organizing the learning from experience of fire and rescue operations [3, 4].

However, after analyzing reports of experience in firefighting and rescue of a number of incidents and accidents occurring in the past time, the results show that the effectiveness of firefighting and rescue is not high, firefighting and rescue takes a long time, causing great damage to people and property. One of the reasons for the above situation is that the commanding of firefighting and rescue operations still reveal limitations and shortcomings such as: Delaying mobilizing fire engines to the scene of fires, incidents or accidents due to the delay in receiving the fire, incident and accident alarm or due to the choice of the long route, traffic jam; No re-

connaissance, incomplete reconnaissance or inaccurate collected information in the process of gathering information about fires, incidents and accidents; Unreasonable mobilization of forces and vehicles to the scene of fires, incidents and accidents because of being unable to grasp information about the development of the fires, incidents, accidents or misjudging the situation of the incidents; Being confused about deploying firefighting and rescue tactics due to inappropriate application of rescue methods and measures or unclear division of the combat locations; Lack of safety for officers performing firefighting and rescue tasks, etc.

The cause of the above shortcomings and limitations is that many incident commanders lack experience and ability to command firefighting and rescue operations; A number of incident commanders have not been trained, fostered knowledge and skills in fire and rescue, currently 12/60 department-level commanders belonging to the Fire and Rescue Police Department, 63/304 division-level commanders and 243/977 team-level commanders belonging to Provincial Fire and Rescue Police Division, 209/317 district-level commanders and 213/464 team-level commanders belonging to District-level Public Security force have not received specialized training in fire and rescue [5]; A number of incident commanders do not fully understand and firmly grasp the characteristics of each incident or accident, grasp the tactical capabilities of rescue forces and vehicles, etc., which leads to difficulties in identifying and assessing the situation and evolution of each incident and accident situation, so they could not make appropriate firefighting and rescue decisions, which results in low efficiency of firefighting and rescue operations. In order to perform the assigned functions and tasks well, simultaneously improve the commanding capacity, the incident commanders must meet the following requirements:

The incident commander must clearly understand and strictly comply with the provisions of the law on fire and rescue and other relevant regulations. In the provisions of the law on firefighting and rescue work as well as other relevant legal documents, there are many provisions that allow the incident commanders to make decisions related to commanding activities and take a legal responsibility for his decisions.

The incident commanders need to have a strong will; must appreciate studying and following President Ho Chi Minh's moral example and what he taught the People's Public Security force; Always be confident in their own decisions, brave to face difficulties, challenges and dangers in firefighting and rescue operations to set a good example, cope with incidents first without hesitation and encourage the spirit of officers and soldiers to complete their assigned tasks successfully.

The incident commanders need to learn and practice their leadership and commanding skills masterfully; Skills in determining the key goals and objectives for each firefighting and rescue operation, skills in directing and making decisions of rescue; Skills in organizing, inspecting and urging the implementation of issued

decisions on firefighting and rescue; Skills in organizing preliminary summing-up, summarizing and learning from experiences for firefighting and rescue operations; In addition, the incident commanders also need to learn and practice human resources skills, listening skills, etc.

The incident commanders need to learn, improve their knowledge and professional qualifications in rescue. When being equipped with deep knowledge and expertise, the incident commanders can guide their subordinates or give orders correctly in the process of firefighting and rescue.

When performing firefighting and rescue operations: first of all, the incident commanders must fully perform the tasks prescribed by law, including:

receiving and processing information about fires, incidents, accidents quickly and clearly; Making decisions to mobilize appropriate types of vehicles in a sufficient quantity and choose the best route to the scene of the fires, incidents or accidents; Organizing reconnaissances of the scene of fires, incidents and accidents carefully and properly; Identifying and assessing the development of fires, incidents and accidents rapidly and promptly in order to make right decisions of firefighting and rescue; Selecting methods and measures to fight fire, save lives and property suitable to the incident or accident situation; Making decisions on the plan of arranging forces and vehicles to participate in fire fighting and rescue; Making decisions to withdraw the forces and vehicles back to the standing unit ready for firefighting and rescue; Preparing documents and materials to organize the learning from experience of firefighting and rescue operations according to regulations [2];

Timely organize the learning from experience after firefighting and rescue of huge fires, complex incidents and accidents and notify the entire force to learn from experience in rescue command as well as in operations of firefighting and rescue./.

References

1. Ministry of Public Security (2018), Circular No.08/2018/TT-BCA dated March 5, 2018 detailing the implementation of a number of articles of Decree No. 83/2017/ND-CP dated July 18, 2017 stipulating rescue work of the fire force, Hanoi.
2. Ministry of Public Security (2020), Circular No. 140/2020/TT-BCA dated December 23, 2020, providing for the implementation of firefighting and rescue operations by the People's Public Security force
3. Government (2017), Decree No. 83/2017/ND-CP dated July 18, 2017 stipulating rescue work of the fire force
4. Government (2020), Decree No. 136/2020/ND-CP dated November 24, 2020 detailing a number of articles and measures to implement Fire Law and the Law amending and supplementing a number of articles of Fire Law.
5. Vietnam Fire and Rescue Police Department – Ministry of Public Security, Summary report on fire and rescue work from 2012 to the end of 2020.

Nguyen Tuan Anh, Do Hoa (Vietnam)

APPLYING THE ACHIEVEMENTS OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION TO FIREFIGHTING AND RESCUE OPERATIONS

In the field of ensuring social order and safety, the Fourth industrial revolution (Industry 4.0) has had a great impact on the field of fire and rescue, it has brought modern technology applications to the work of fire and rescue. On the basis of analyzing the impacts of Industry 4.0 on fire and rescue, this article proposes some solutions to improve the effectiveness of Industry 4.0 application in the work of fire and rescue.

Key words: Industrial Revolution 4.0, fire fighting, rescue.

Нгуен Туан Ань, До Хоа (Вьетнам)

ПРИМЕНЕНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ В ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

В области обеспечения социального порядка и безопасности Четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0) оказала большое влияние на сферу пожарно-спасательных служб, она принесла современные технологии в работу пожарно-спасательных служб. На основе анализа воздействия Индустрии 4.0 на пожарно-спасательные работы в этой статье предлагаются некоторые решения для повышения эффективности применения Индустрии 4.0 в пожарно-спасательных службах.

Ключевые слова: промышленная революция 4.0, пожаротушение, спасать

1. Introduction

Industry 4.0 is the continuation of the scientific and technological movement flow in the world, starting in the 2000s. Industry 4.0 is not a material revolution like the previous 3 revolutions, it's a digital revolution, uses artificial intelligence to control machines and make machines connect with each other. The characteristic of Industry 4.0 is a fusion and without boundaries between the fields of technology, physics, digital and biology. The key technologies of Industry 4.0 are artificial intelligence (AI); database (Big Data); Internet of Things (IoT); robots; 3D printing (3D); biotechnology; Nanotechnology; quantum computing... [2]. Industry 4.0 has a breakthrough speed unprecedented in history, creating completely new possibilities, changing almost every industry in every country in the world, profoundly affecting all fields of social life, including the field of fire and rescue. The successful application of Industry 4.0 achievements in fire fighting and rescue in urban areas can help provide early warning information, quickly mobilize appropriate forces and engines, improve the efficiency of command and control, thereby quickly extinguishing fires, handling incidents and accidents, and reducing damage to people and property.

2. Impacts of Industry 4.0 on fire fighting and rescue operations

Over the years, the fire and rescue work of the Fire and Rescue Police force has achieved certain achievements, but it is necessary to admit frankly that the application of science and technology to fire and rescue activities in Vietnam are still limited. Meanwhile, Industry 4.0 is opening a new era of labor liberation for people, through its application, problems can be solved quickly, many times more accurately, humans only need to perform simple operations such as intelligent system control to handle all stages. Industry 4.0 affects the fire and rescue work in the following aspects:

The use of smart wireless sensor networks to build fire protection systems for buildings has the effect of detecting flammable gas leak, smoke, high temperature and fire quickly, accurately, saving time compared to triggering alarms manually. Wireless battery-operated high temperature and smoke detectors can help detect smoke quickly. These sensors can automatically activate fire systems. The systems of fire hoses and sprinklers can be controlled by sensors to adjust water pressure and flow accordingly.

Fire alarm system automatically connects wirelessly on 4G and 5G mobile platforms with an operating mechanism when there are signs of fire occurring, it will immediately sound warnings directly at the monitoring point and send warning information to the command system via encrypted transmission channel connected to 4G, 5G networks. Simultaneously, the system will send SMS messages and make direct calls to pre-set phone numbers right from the time the alarm occurs. Through it, the fire and rescue police force can quickly determine the location of the fire on the map. The system will guide the way, recommend fire extinguishing agents, notify relevant units to coordinate in performing tasks effectively.

Applying the intelligent video surveillance system in traffic, the signal received from the traffic camera will support the flow distribution and provide priority flow for fire engines, propose the shortest travel route, avoid the routes that are congested, thereby saving time to the scene of fire, incident, or accident.

The intelligent monitoring system in the building allows fire and rescue forces to quickly determine the location, scale, and area of the fire, spread of smoke as well as the location, number, condition of the victim.

The digitizing system of fire fighting water sources on the basis of technical maps will help determine the location of fire hydrants, ponds, lakes, rivers etc., within a radius around the location of fires.

With the appearance of robots with artificial intelligence, it is bringing many applications in fire fighting and rescue. With the equipped AI technology, the robots have the ability to remember and learn along with other advantages such as being able to work 24/24 hours, less affected by the environment, no need to pay wages, pay insurance... Industry 4.0 is opening up unimaginable opportunities to realize the ideas of using robots to replace part or all of humans in some fire fighting and rescue situations. Fire fighting and rescue operations in particularly difficult and dangerous environments such as: underwater, in deep caves, in construction collapses are always potentially risky for the fire and rescue police force. Therefore, the application of scientific and technological achievements in dangerous activities is considered the ideal solution to minimize human damage. Robots equipped with sensors can easily approach the scene of dangerous incidents and accidents, in addition, they can analyze, evaluate, collect information on the situation of fires, incidents, accidents, victims and send the analyzed information with high accuracy to the Command information center. Based on the analysis of the parameters at the scene, they will continue to control other equipment to perform fire fighting and rescue operations. At the same time, they will notify and send information to other equipment to coordinate to solve the necessary problems when performing the task, especially in this whole process without human intervention.

Systems at the Command information center can automatically calculate the number of engines to be deployed, the nearest fire fighting unit, the fastest moving route; Update traffic conditions, water sources and conditions for fire fighting.

The system will transmit live photos from the incident scene to the Command information center as soon as a unit approaches the scene, it will help make the most appropriate fire fighting decision.

Technological devices equipped on fire trucks can exchange data with the Command information center helping officers on fire trucks quickly grasp the location, optimal route to the incident scene, sources of support, information about fire fighting water source... The commander at the Command information center can promptly update the location and status of each fire truck. Information about the characteristics of the facility where the fire occurred, the floor plan is also available for the incident commander to refer at the scene.

However, promoting the process of industrialization, modernization and urbanization since Industry 4.0 has been and is increasing the risk of fire and explosion, especially commercial centers, apartment buildings, high-rise buildings, factories... and those risks could turn into "disasters". Industry 4.0 has created buildings with more complex architecture, larger scale, super high-rise buildings causing difficulties in communication, force deployment, fire fighting and rescue facilities. In addition, the introduction of many new materials and new chemicals also causes significant difficulties for the Fire and Rescue Police force in determining the origin, dangerous and toxic nature of fire and explosion incidents.

Faced with those challenges, in order to be able to apply the achievements of Industry 4.0 in fire fighting and rescue, it requires facilities with potential fire and explosion hazard, fire and rescue police units need to be equipped and installed the above systems. However, the reality shows that many facilities and units of the Fire and Rescue Police have not yet installed those systems or have been installed but not synchronously, not have inter-connection, so it has not been able to bring into full play the effectiveness that Industry 4.0 brings.

3. Solutions to improve the efficiency of the application of Industry 4.0 in fire fighting and rescue operations

In order to improve the effectiveness of the application of Industry 4.0 in fire fighting and rescue, it is necessary to implement the following solutions:

* For facilities with high potential for fire and explosion (commercial centers, apartment buildings, high-rise buildings, factories, etc.) need to gradually replace systems such as: automatic fire alarm system; automatic fire suppression system; smoke exhaust system; CCTV system in the building to new generation systems that can connect to the Internet. Step by step implementing the management of all information about automatic fire alarm system, automatic fire suppression system, smoke exhaust system, CCTV system through the Internet using smart mobile devices. This will make it possible for the relevant authorities to monitor all connected facilities, the information about fire, incident, and accident will be alerted immediately in case of emergency. Internet-connected systems will quickly provide information about the location of the fire inside the building, the scale of the fire, the number of people in the building and the last known location of those trapped inside, the extent of the effects of the smoke, etc. All this information can be shared with relevant units such as: local fire force; fire and rescue police force; medical force; traffic police force, etc.

* For units of Fire and Rescue Police (Department level, service level) it is necessary to study and build a Command information center with modern equipment. The integrated communication control system enables smooth communication between channels from walkie-talkies to landlines and mobile phones. Command information systems are supported with digital maps to help manage incidents and control resources for fire fighting and rescue, provide necessary information visually at the fastest speed, effectively assist officers and incident commanders in making decisions accurately, quickly and optimally according to the requirements of handling emergency situations. When the system transmits live photos from the scene of a fire, incident, or accident to the Command Information Center, The Command information center can immediately provide information about the characteristics of the facility where the fire is occurring, the floor plan, etc. for the incident commander.

Building a large database of facilities with high risk of fire and explosion in the managed area, the database includes: classification of facilities, data on their head, lines of business, number of regular and irregular staffs, quantity of combustibles, types of main combustibles, area, architectural features (with drawings)... to integrate into the Command Information Center .

* Research to build robots capable of identifying dangerous characteristics at places where fires, incidents, and accidents occur, for example: robots determining chemical concentrations in chemical incident areas, robots determining the concentration of smoke and toxic gases in fires; heat-sensing robots determining the temperature graph in the area where fires occurred; Sensor robots detecting life... these robots should be researched, designed and manufactured with suitable shapes and materials to replace humans in reconnaissance, they should also have an intelligent processor to transmit data to the Command Information Center, so that the commander does not need to be directly present at the scene to be able to operate and make decisions.

For the deployment of forces and engines, it is necessary to research and create robots capable of simulating terrain, thereby creating real spatial images, combined with information collected through reconnaissance to set up geolocation maps of regions, arrange vehicles into the scene area to fight the fire and rescue the victims.

* Research and build networks to link all systems, equipment and vehicles related to fire and rescue operations based on 5G technology, artificial intelligence, and cloud computing (IoT in Fire and Rescue) to quickly gather information and make command decisions. (see picture below for details).

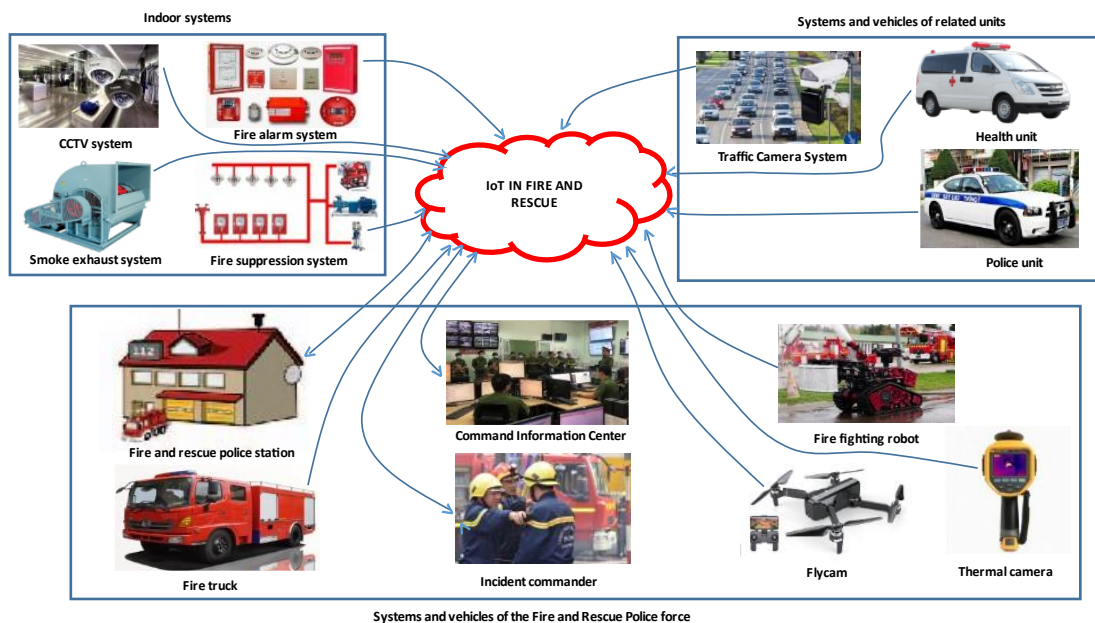


Fig. 1. Image of IoT in fire and rescue

For receiving information and mobilizing forces and means to the scene of fire, incident, accident, it is necessary to study to build a system to quickly locate the locations of fires, incidents and accidents; building algorithms to control traffic systems to facilitate the movement of vehicles to the scene in the shortest time. The command information center, based on reported data on the location of fires, incidents and accidents, automatically sends warning information to the nearest Fire, Health, and Police units for them to come to the scene. In making decisions on fire fighting, handling incidents and accidents, it is necessary to research to design a system capable of collecting information about fires, incidents, and accidents based on available data on its system or from other systems to make its own fire and rescue decisions.

The application of Industry 4.0 in fire and rescue is an inevitable trend, in order to improve the efficiency of fire and rescue operations and minimize damage caused by fire, explosion, incidents and accidents. The implementation of solutions requires the coordination of experts in fire and rescue and experts in the field of science and technology, at the same time, the Fire and Rescue Police force also needs to update and improve their knowledge of 4.0 technology and gradually improve towards modernization.

References

1. Nguyen Tuan Anh. The impacts of the Industry 4.0 and solutions for the fire and rescue police force // Journal of People's Public Security. No. 1, November 2018.
2. Nguyen Van Thanh. Fire and rescue work before the impact of Industry 4.0 and responses to climate change // Proceedings of the scientific conference on fire and rescue in Vietnam in the context of Industry 4.0 and responses to climate change. Hanoi, 2019. Pp. 7-13.
3. Vekneswaran T. Arasappan. IoT in fire management. Malaysia, 2020.

Nguyen Van Hiep (Vietnam)

PREVENTING FOREST FIRE IN SOUTHWEST VIETNAM TAKING INTO ACCOUNT CLIMATE CHANGE

Forests in the Southwest region – which are formed on peat layers, are facing adverse weather events due to climate change. This, along with specific characteristics of forests, has increased the risk of forest fires and requires appropriate forest fire prevention and firefighting measures.

Key words: fire prevention, firefighting, forest, peat, climate change.

Нгуен Ван Хуен (Вьетнам)

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ВЬЕТНАМА С УЧЁТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Леса в юго-западном регионе, сформированные на слоях торфа, сталкиваются с неблагоприятными погодными явлениями из-за изменения климата. Это, наряду с особенностями лесов, увеличивает риск лесных пожаров и требует принятия соответствующих мер по предотвращению лесных пожаров и пожаротушению.

Ключевые слова: профилактика пожаров, пожаротушение, лес, торф, изменение климата.

1. Introduction

Climate change is one of the challenges of non-traditional security, which imposes an evident impact on the growing quantity of fires and explosions, especially forest fires in recent times.

In Vietnam, forests (mainly *Melaleuca* trees) formed on peat layers are found only in the Southwest region (SOUTHWEST), create a lot of smoke influencing the health and lives of people when being on fire. The content of this article will focus on researching forest fire prevention and firefighting approaches in the Southwest region – Vietnam responding to climate change impacts.

2. Overview of forests in the Southwest region – Vietnam

The Southwest region (consisting of 13 provinces) is a delta with a total area of approximately 40.547 km² (the total land area of Vietnam is 331.212 km²). Statistics show that, by 2020, the Southwest region contains about 250.227 hectares of forest, which is composed of various ecosystems such as: peat swamp forest; *Melaleuca* forests; mangrove forests; ... Among them, U Minh Forest is the only peat swamp forest existed in Vietnam, with a total area of about 170.000 ha.

The climate of the Southwest region is characterised by two seasons throughout the year, mainly the dry season (from December to April next year) and the rainy season (from May to November). In the dry season, prolonged hot weather can provoke daily temperature to reach up to 38 – 39 °C and sometimes higher, which depletes water in the canal, the ground and dries out peat layers,

causing vines, melaleuca leaves and vegetation to wither and creating a source of combustible material weighed about 15 – 22 tons/ha, which is very flammable. Along with a thick layer of vegetation accumulated for many years, growing on a layer of peat (1,0 – 1,5 m thick), Melaleuca trees have essential oils, therefore, when a big fire starts, it is extremely difficult to be extinguished. When the Melaleuca forest grown on the peat layers burns, can burn both on the surface and the peat below.

3. Causes of forest fires in the Southwest region – Vietnam

Analysis of statistical data from 2015 – 2019 shows that: The number of cases and damage of burnt forest area fluctuate substantially over the years and are highly dependent on natural conditions. However, it has been determined that there is an inverse relationship between the burnt forest area and the average annual precipitation – the smaller the average annual rainfall, the larger the burnt forest area and vice versa [1].

When studying the relationship between weather conditions and forest fire in the Southwest region, the research results illustrate that: Regarding temperature, the forest fire period begins in the dry season, which does not coincide with the highest temperature period of the year (of the rainy season); the air humidity increases in the rainy season and falls in the dry season; in terms of precipitation, there is a seasonal rainfall pattern, the most tallest downpour happens in the rainy season (from May to September) and drops (to minimum) in the dry season (from October to April next year) [4]. In general, the forest fire season occurs in the second half of the dry season (February – April), the driest period of the year. This proves that the decisive influence of weather conditions on the risk of forest fire is the amount of rain [4].

The forest state's flammability is related to the mass of dry branches and leaves, the density and average humidity of the forest, which is divided into 3 levels: less flammable; flammable; very flammable [4].

Due to the characteristics of forests in the Southwest region, risk level division in forest fire forecasting is based on 3 factors, including: Forest status; weather characteristics and the depth of groundwater from the peat surface (there are 3 levels: below 0,5 m; 0,5 – 0,9 m; above 0,9 m); whereas, that of forests in other regions is only based on 2 components of weather and forest status [1].

When assessing the forest fire risk level in the Southwest region by integrating both weather conditions and the flammability of forest state, it can be noticed that the fire risk level of the forest state in the flammable group 2 is equal to the fire risk level caused by weather conditions, the fire risk level of the forest state in the highly flammable group 3 is usually 1 level higher than that to the fire risk level caused by weather conditions [4].

Causes of forest fire in the Southwest region include objective natural conditions and subjective factors – which are highly related to human activities. However, statistics of forest fires by cause and time found that, although forest fire in the Southwest region is mostly linked to people using fire, it only bursts into flame in favourable natural conditions. During the rainy season or in wet forest, there is less fire, whereas during the dry season, the forest is very flammable and easy big wildfire [1].

4. Impacts of climate change on forest fire prevention and firefighting

In the coming years, forest fire prevention and firefighting in the Southwest region will respond to the impacts of climate change for the following reasons: Rapid increase of forest area by the continuous implementation of the afforestation program, greening bare land and restoring natural forests (the forest area of the region in 2017 is 227.684 ha, by 2020 it is 250.227 ha), thereby potentially intensifies the risk of forest fires; unusual weather changes, which were influenced by many El Nino waves.

In the coming period, climate indicators of the Southwest region by 2050 will change according to the medium climate change scenario B2 as follows: The temperature will rise by about 1,0 – 2,0 °C; air humidity level will reduce nearly 2 %; quantity of rainfall in the rainy season fluctuates around 0 – 10 % yearly and the drought level in the dry season will increase [2].

The results of the study on the characteristics of forest fire risk in the Southwest region to 2050 with the input data of the average climate change scenario B2 are: Dong Thap (located in the Southwest region) is the province having the highest number of days at risk of forest fire with 131 days a year; Southwest area is identified as the area where forest fire has the highest chance of occurrence with the number of days having high risk of forest fire is forecasted to be 118 days a year (average figure for the whole country is 78 days a year), which is 8 days longer (6 days longer nationally) compared to that of 2020 [4].

5. Experience and some measures of forest fire prevention and firefighting in the Southwest region – Vietnam

The U Minh Forest fire (U Minh Thuong in Kien Giang province and U Minh Ha in Ca Mau province) from 23/3/2002 to mid-April 2002 (nearly 01 month) damaged more than 5.000 ha of forest. In order to extinguish the fire, the Police Department of Fire and Rescue – Ministry of Public Security of Vietnam had to mobilise the Fire and Rescue police forces of 15 southern provinces and more than 200 policemen of the mobile, not to mention the local human resources of the two provinces referred to above (thousands of people, including:

forest rangers; forest owners; local residents and military forces), to participate in firefighting. The fire occurred in the dry season, inside the forest where the surface layer of peat and vegetation is 1,0 – 1,5 m thick, with withered melaleuca and vines lying above as the weather was hot and sunny and the winds were strong and constantly changing direction. As a result, the fire broke out in many places, both on the ground and underground, making it more challenging for the firefighting forces.

Facing a very large and complicated fire, firefighting equipment was not much equipped, equipped but very rudimentary and lack of water to extinguish the fire, the Fire and Rescue Police force came up with a daring and scientific firefighting strategy, that is to hit the fire directly by digging canals from the outside through the center to penetrate the fire, both to prevent the fire and let water flows in to serve the firefighting. Once the Fire and Rescue Police force deployed human resources and means of firefighting, the Military force and Police of the mobile cleared trees to create a safe passage, and at the same time reached to some further locations where nylon fabric could be placed to create an artificial lake with a capacity of 100 m³ so that fire pumps could be used to bring water to the surrounding area within a radius of 200 m for firefighting. They also combined with forest clearing to create a fire-stopping runway (some locations are 200 m wide and nearly 5.000 m long) or implemented controlled pre-burning measures (which were delayed until 10p.m. to take advantage of fog and avoid the risk of fire spreading).

Lessons learnt from the U Minh Forest fire for forest fire prevention and firefighting in the Southwest region in the past and in the future include:



Picture 1: U Minh forest and channels of water circulation



Picture 2: Fire watchtower

- Large area of subdivision (2.000 ha/lot) limits disturbance to the ecological environment for animals and plants but bears many difficulties in preventing fire spreading and fighting for the fact that the force could not get access to areas deep inside the forest. Therefore, it is necessary to divide plots/sections into a moderate area (10 ha/lot; 100 ha/section).

- Creating a network of canals to carry water deep into the forest in combination with fire-stopping runway making to prevent fire spreading, so as to direct water flows and balance water amount for the forest. This can also integrate with the construction of water regulation sluices and large capacity pump stations for additional water resource once there is a shortage or building dams to retain water.

- Actively reserving water for the forest; regularly dredging water reservoirs (150 m³ water reserved/hole); clearing vegetation on the channels of water circulation; actively pumping water in dehydrated places.

- Opening clear forest roads, luminescent fire-stopping runways to facilitate traffic for people and motor vehicles.

- Strengthening forces and means of forest protection; implementing proper education and training to raise awareness and knowledge for residents related to forest.

- Regularly checking the forest and doing observations on the fire watch-tower (by binoculars, cameras, ...). Proceeding to apply technology into monitoring and detecting forest fires for prompt organisation of firefighting.

References

1. Ministry of Agriculture and Rural Development. Scientific project Research and development of automated software and equipment systems for forecasting, warning, building firefighting plans and determining command content forest firefighting in Vietnam. Hanoi, 2019.

2. Ministry of Natural Resources and Environment. Climate change and sea level rise scenarios for Vietnam. Institute of Meteorology, Hydrology and Environment. Hanoi, 2016.

3. Le Sy Doanh. Studying the impact of climate change on the risk of forest fires in Vietnam and proposing response solutions. University of Forestry. Hanoi, 2014.

4. Vuong Van Quynh. Impact of climate change on the risk of forest fires in ecological regions of Vietnam // Journal of Agriculture and Rural Development. 2012. No 10.

Nguyen Xuan Hung, Nguyen Thanh Tung (Vietnam)
ACCIDENT AND EMERGENCY PREVENTION MEASURES
DURING CONSTRUCTION WORK IN VIETNAM

Currently, people working in the construction sector account for 28,6 % of the total population of Vietnam. Therefore, the issue of safety in construction has been and is being concerned by many people. This article focuses on studying common types of incidents and accidents and proposes some measures to prevent incidents and accidents to be applied at works under construction in Vietnam.

Key words: incident, accident, construction works.

Нгуен Суан Хунг, Нгуен Тхань Тунг (Вьетнам)
МЕРЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ АВАРИЙ И ЧС
ПРИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ ВО ВЬЕТНАМЕ

В настоящее время люди, занятые в строительном секторе, составляют 28,6 % от общей численности населения Вьетнама. Поэтому вопрос безопасности в строительстве актуален. Рассмотрены распространённые типы происшествий и несчастных случаев. Предлагаются некоторые меры по предотвращению происшествий и несчастных случаев, которые можно применять на строящихся объектах во Вьетнаме.

Ключевые слова: инцидент, авария, строительные работы.

In recent years, Vietnam's economy has made great progress, followed by the development of infrastructure, technology, industrial parks, export processing zones, construction works: an average of 40.000-50.000 works are constructed each year, the number of establishments subject to fire prevention and fighting management increased by an average of 15.000 establishments per year; Our country currently has 325 industrial parks, 18 coastal economic zones and 21 border gate economic zones, along with over 550 thousand enterprises [1]... in parallel with the development process, the situation of fires, explosions, incidents, accidents, injuries and occupational accidents are becoming more and more complicated and tend to increase, directly threatening people's health and lives.

According to statistics of the Ministry of Labour, War Invalids and Social Affairs, in 2020 alone, there were 8.380 occupational accidents, causing 8.610 victims, in which 966 people died in many different fields such as mining, mineral extraction; construct; mechanics, metallurgy; service; textiles, footwear industry... Among those occupational accidents, accidents in construction sites accounted for 15,6 % of total occupational accidents and 16,52 % of total deaths, which are alarming numbers. Therefore, it is necessary to do research to come up with measures to prevent incidents and accidents for works under construction.

Recently, in Vietnam, there have been a number of accidents at works under construction, causing great damage to people and property. For example: the collapse of a construction work at AV Healthcare Joint Stock Company, Giang Dien Industrial Park, Trang Bom District, Dong Nai Province on May 14, 2020, killing 10 people and injuring 14; the scaffolding collapse at construction site number 16A Nguyen Cong Tru street, Pham Dinh Ho ward, Hai Ba Trung district, Hanoi on July 30, 2020 killing 4 people; the scaffolding collapse at a construction site in Hong Viet commune, Dong Hung district, Thai Binh province on August 20, 2020, killing 2 people and seriously injuring 2 people; the scaffolding collapse at a construction site in Dong Thanh commune, Vu Thu district, Thai Binh province on December 8, 2020, killing 3 people [1];

From the actual rescue work and through the synthesis, analysis and evaluation, incidents and accidents at works under construction are usually in the following forms:

Fall from height: This is the most common type of accident that workers often encounter. The seriousness of accidents and incidents in this type depends on the actual situation, many victims suffer permanent disability or even death. Accidents caused by victims falling from height accounted for 26,61 % of the total number of cases and 25,22 % of the total number of deaths [1].

Being hit by falling objects from above: This type of accident usually happens to people working on the ground or on low floors, Objects falling from above can be bricks, tiles, tools and equipment working on high floors... this will lead to serious injury if people below do not wear personal protective equipment or wear inadequate, improper personal protective equipment.

Collapse of works, scaffolding, tunnels, trenches: This type of accident often occurs if the work is built with incorrect techniques, built with poor quality materials, Scaffolding is installed incorrectly or the materials are dug up from the bottom of the trench but placed too close to the mouth of the trench, they will easily fall down causing injury to people.

Electric shock: Electricity is often used at construction sites for welding, cutting, lighting, etc. Electric shock is a common fatal incident at the construction site. Common causes of accidents of this type include carelessness, negligence during work or due to damaged or short-circuited electrical wires, or being exposed to overhead high-voltage wires or underground wires, or being subjective when operating equipment

Fire and explosion: Incidents and accidents of this type often occur when too much combustible substances are concentrated at the construction site, measures of managing naked flames or caused by electrical problems. Fires and explosions often cause great damage to the health and lives of workers in the construction site and affect the quality of works under construction.

Chemical contamination: When doing construction work, workers often have to contact and use many types of toxic chemicals. Even with the use of protective gloves and masks, exposure to chemicals for a long time is still very dangerous because workers are very susceptible to exposure or inhalation of chemicals that affect their health.

Before the risks and situation of incidents, accidents are happening to the works under construction, to minimize incidents and accidents, the following measures should be taken:

For the Fire and Rescue Police force: being a state management agency on fire prevention and fighting and rescue, the Fire and Rescue Police force must organize periodic inspection of conditions for ensuring safety in rescue (danger signs, safety rules, fire prevention and fighting equipment, rescue equipment; guide and inspect the construction work, develop and practice the facility's rescue plans; propagate and guide knowledge on fire prevention and fighting and rescue operations for all employees working at construction sites [2, 3];

For investors, construction contractors: must strictly and fully fulfill their responsibilities in ensuring safety at construction works [4]; must regularly check and inspect to make sure everything is safe, from the scaffolding, the quality of the work under construction to the machinery, equipment and working tools; report to fix or repair, replace if something is found to be unsafe; Organize training courses on incident handling skills, first aid in case of occupational accidents, training courses on fire prevention and fighting and issue certificates of attendance for workers at the construction site. These certificates must also be one of the criteria for workers to work in construction sites; equip the construction site with rescue means suitable to the operational nature of the work; must have a basic specialized medical medicine cabinet and basic first aid tools such as bandages, gauze, cotton, splints, etc. to use in case of emergency.

For workers and employees working at works under construction: wear full personal protective equipment, comply with safety regulations when wearing personal protective equipment, rules and regulations at the construction site and must put safety as the top priority in the construction process; recognize, understand and master how to operate machinery, equipment and working tools, have the ability to control machinery and technology to operate the equipment safely according to the manufacturer's regulations; arrange equipment, tools and machinery neatly, clean after each shift, arrange equipment's scientifically and safely, perform skillfully, observe carefully, and manipulate accurately in work and strictly comply with safety principles during construction; fully participate in training courses on occupational safety, fire prevention and fighting, rescue.

References

1. Ministry of Labour, War Invalids and Social Affairs (2020). Notice No. 565/TB-LDTBXH on occupational accident situation in 2020.
2. Government (2017), Decree No. 83/2017/ND-CP dated July 18, 2017 stipulating the rescue work of the fire prevention and fighting force.
3. National Assembly of the Socialist Republic of Vietnam (2001), Law on Fire Prevention and Fighting.
4. National Assembly of the Socialist Republic of Vietnam (2018), Construction Law.

Vu Van Thuy (Vietnam)
**RESCUING PEOPLE FROM FIRES
IN HIGH-RISE BUILDINGS IN VIETNAM**

The fire situation in Vietnam in recent years is considered. The methods of search and rescue of victims of fires in high-altitude buildings in Vietnam. Measures are proposed to improve their efficiency.

Key words: high-rise buildings, large fire, fire safety.

Ву Ван Тхюй (Вьетнам)
**СПАСЕНИЕ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ
В ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЯХ ВЬЕТНАМА**

Рассматривается пожарная обстановка во Вьетнаме в последние годы. Приведены методы поиска и спасения пострадавших при пожарах в высотных зданиях во Вьетнаме. Предложены меры для повышения их эффективности.

Ключевые слова: высотные здания, крупный пожар, пожарная охрана.

1. Rationale

The rapid urbanization rate in Vietnam in recent years, combined with the population growth has made the land fund increasingly narrow, creating great pressure on housing and employment demand in cities, especially in big cities like Hanoi, Ho Chi Minh City, Da Nang, etc. Therefore, the construction and development of high-rise buildings is the optimal solution to accommodate living and working for many people, while contributing to a civilized and modern urban area. According to the Police Department of Fire Prevention and Fighting and Rescue, there are 3.448 buildings with 10 floors or more in the whole country, including 3266 buildings with 10 to 29 floors, 182 buildings with 30 floors or more. High-rise buildings are concentrated mainly in big cities such as Hanoi with 1.390 high-rise buildings (accounting for 40,31 %), Ho Chi Minh City with 1.250 high-rise buildings (accounting for 36,25 %), and Da Nang with 158 high-rise buildings (accounting for 4,85 %). Including: 1.486 high-rise apartments, 540 office buildings, 688 hotels and motels, 45 hospitals and medical facilities, 52 research and education facilities and 637 versatile halls.

However, in addition to the advantages from high-rise buildings, the situation of fire and explosion is increasingly complicated and tends to increase in both quantity and extent of damage. According to the Police Department of Fire Prevention and Fighting and Rescue, in 5 years (from 2015 to 2019), there are 17.844 fires, killing 433 people, injuring 960 people, causing property damage worth about 7.996 billion dongs in Vietnam. Of which, there are 398 cases of fire, killing 72 people and injuring 286 people in relation to high-rise buildings. The rate of fires occurring in high-rise buildings is not high compared to other types, but causing great damage to people, property, at the same time, causing confusion and concern for people living and working in high-rise buildings, making the public particularly interested.

2. Rescue of victims during a high-rise building fire in Vietnam

* Regarding fire and explosion danger characteristics of a high-rise building

- High-rise buildings always have a large amount of flammable substances, mainly living appliances, interior furniture in apartments, offices. The materials are flammable substances such as papers in offices; tables, chairs, beds, wardrobes, etc. made of wood, synthetic plastic materials; blankets, sheets, pillows, cushions, curtains etc. made of fabric; articles and equipment made of synthetic materials; gasoline, oil and combustible synthetic resin parts of cars and motorcycles in concentrated parking areas in the basement, first floor or garage in a high-rise building; gas used in apartments.

- The source of ignited heat in high-rise buildings can be caused by open flames, by negligence, lack of people's awareness in using heat sources; open flames can also arise due to metal repair or welding, but fail to comply with fire safety requirements; the source of fire can come from the electrical system and electrical equipment during operation. On the other hand, there is always a high density of people in high-rise buildings, especially in low-income apartment buildings and small-sized apartments, there can be many apartments on a floor, the total number of apartments in an apartment building can be up to 1.000 apartments. Therefore, the frequency of people using flammable substances, unsafe heat sources is large, leading to an increased risk of fire.

* Regarding psychological characteristics of the victims in a high-rise building fire

In high-rise buildings, there are often crowds of people, so when a fire occurs in a high-rise building, people tend to want to quickly escape the building, but during the escape process, when affected by elements from the fire (fire, high temperature, combustion products), people will first lose vision and then affect their psychology. When the vision is lost, the organized movement of the person will not be maintained, the panic arises, the chaotic phenomenon will cause each person to freely choose their own escape routes.

In some cases, victims will choose for themselves different escape routes depending on their observations, opinions, judgments or even feelings. When people are panic, they lose their orientation, because there are too many people with panic mentality concentrate in the escape routes, so it inevitably results in jostling and pushing to find the way out. Some victims may be pushed and fell during jostling and suffer the trampling of those trying to find a way out; the panic can lead to disorientation of human movement, or cause the panic and fear so that the victims can jump through the window or balcony from any height or hide in the bathroom or toilet.

* Regarding difficulty in saving victims in a high-rise building fire

Fire can start from anywhere in the building. When a fire occurs, the fire will spread along the types of flammable substances distributed herein, causing the fire to spread to the next rooms of the same floor and the fire can spread to the lower and higher floors. Therefore, when a fire occurs in high-rise buildings, if not controlled and handled in time, the fire will easily thrive and spread to another location of the building to become a big fire, making it difficult for fire fighting and saving victims. At the same time, under the impact of high temperatures from the fire, broken glass doors of high-rise buildings, damaged and fallen construction structures may cause injury to the victims during the escape process.

Fire occurred in the basement of a high-rise building causing many difficulties for the organization of fire fighting and saving the victims. Because the basement is usually the place to keep cars and motorbikes, when a fire occurs, a fire can easily develop, emit a large amount of heat and produce a lot of smoke and toxic combustion products. There are many cases where stairways are connected from the basement to the top floor, so smoke can easily enter from the basement to the stairway preventing escape routes of people.

For a fire occurring at higher floors, the organization of fire extinguishing and escape becomes more difficult and complicated. According to current statistics, there are 182 buildings with 30 floors or more, while the Fire and Rescue Police force is equipped with ladder truck with limited height, the highest one is 72 m, and the main ones are 32 m and 52 m ladder truck. These are major obstacles to fire fighting and rescue work of the Fire and Rescue Police force.

When a high-rise building is on fire, there is a very high possibility that people trapped in the fire and cannot escape to a safe place. In just a short time, combustion products such as smoke and high temperature will directly affect the victims, affecting their health and life. The fact of the fires shows that the main cause leading to the large number of deaths and injuries is that when there is a fire, the escape route is not guaranteed, people trapped in the fire did not know

the way to escape to a safe place. When burning, most of the space in the building is covered by smoke, high temperature and fire, threatening the escape roads and routes to prevent people from escaping, therefore, they were burned to death by fire or injured by pushing, trampling on each other to quickly escape.

During the period from 2015-2019, the Fire and Rescue Police force organized firefighting and saved victims when a fire occurred in 398 high-rise buildings, saved 1048 people, guided tens of thousands of victims to escape to safe places, however, there are still many victims who have not been guided to escape and rescued in time, affecting their health and lives, leading to 72 deaths and 286 injuries. Among these victims, the most difficult ones are those with limited mobility such as people with disabilities, the elderly, the sick, hearing and vision impairments, loss of balance when walking, reduced cognitive and information processing abilities, physical weakness, reduced mobility or a complete lack of self-movement.

However, when saving victims in high-rise building fires, there are still some limitations such as:

Information on fire alarms, rescue in some cases was not timely, the verification of fire information in some cases was still slow, so the mobilization of forces and means to the scene was slow, when getting the fire spread, it was difficult for the fire fighting and guiding to escape and rescue victims.

Many buildings are located on small streets, with high population density, fire trucks and ladder trucks are difficult to reach. Some fires happened during rush hour, so the driving the truck to the scene is slow due to traffic jams and it took a long time for the fire and rescue team to approach the scene, the fire develops when they arrive.

The command of the rescue force has not yet fully utilized its capabilities, has not yet assigned specific tasks for teams or soldiers participating in the rescue operation; For some fires, the deployment of a reconnaissance has not been thorough, in particular, the number of members of the reconnaissance team is sometimes not enough and without proper composition; not fully grasping the rescue equipment and means for deployment; the mobilization of forces and means in some fires was still slow; the arrangement of forces and means in some areas is not appropriate. In some high-rise building fires, when the density of people is high, it is still slow to grasp the number of victims trapped in the fire; the communication between commanders and regional commanders and soldiers was not smooth; the decision on methods and measures to save people is not really suitable; the commanding capacity and experience of a number of cadres is still limited.

Many locations do not have water sources for fire fighting or have water sources but have no water stations or yards.

Equipment and means of fire fighting and life-saving of the fire prevention and fighting police force have not met the requirements set forth, many means are old and incomplete. Especially, the work of rescuing victims in high-rise buildings requires means such as ladder truck, forklift, falling pipe, slide ..., then the Fire and Rescue Police force is lacking

The process of fire fighting, escaping and life-saving instructions was in the early stages of some inexperienced forces so the organization was ineffective. Besides, some high-rise buildings have not yet organized and practiced the plan of fire fighting and rescue, so when a fire occurs, the on-site force deployed ineffective fire-fighting organization, the work of saving people was very embarrassing.

During the organization of fire fighting and rescue activities in a number of high-rise buildings, it showed that the escape route through the staircase from the basement to the first floor does not ensure the clearance height; some places are equipped with firefighting lifts, but they do not meet the technical requirements as prescribed.

When arriving at the scene at a number of fires, the localization of the scene, the arrangement of locations for fire trucks, ladder trucks, ambulances, and rescue ... of the Fire Police was still difficult. There are buildings designed with internal roads for fire trucks, access lift trucks in case of problems, however, when there is a fire, all these locations are parked by cars, so it is not convenient for the firefighting and rescue forces to deploy rescue forces and means.

The lack of equipment to prevent toxic smoke, safety equipment for rescue forces such as heat-resistant clothes, thick clothes, hats, gloves ... makes it difficult for soldiers to access high-rise buildings to save victims. In addition, when a high-rise building fires, the number of victims is often large, but the number of squads involved in fire fighting and rescue is also limited.

The professional qualifications and personal techniques of the soldiers are still weak, so rescue soldiers are not confident in implementing some techniques that can be effective in a high-rise building fire such as the technique of carrying the victim using an inclined rope bridge...

The coordination between the soldiers in the platoon was not smooth and even weak, so the squad did not deploy techniques to save people with slides, rescue techniques by stretchers, techniques to release victims by wire ... in some fires, the deployment of rescue squads was confusing, overlapping, not making full use of the number of soldiers present at the scene, failing to bring into full play the features and effects of the equipped specialized rescue equipment.

3. Some solutions to improve efficiency in saving victims during a high-rise building fire in Vietnam

- Firstly, the Fire and Rescue Police force is required to perform well the state management function on FPF for high-rise buildings, organize training and professional re-training on fire prevention and rescue for grassroots firefighters at high-rise buildings, so that this force can perform well the work of ensuring fire safety and timely handling fire and explosion incidents right from the time it arises.

- Secondly, develop the Fire and Rescue Police force in a formal, elite and modern way; invest, fully equip personal protective equipment for soldiers (heat-resistant clothing, hats, gloves, fire boots, rescue shoes, isolation respirator ...), modern fire fighting and rescue equipment (fire truck, rescue vehicle, ladder truck, fire truck with lift, specialized fire and rescue equipment). At the same time, well organize the work of standing ready for fire fighting and rescue; strengthen the training, fire fighting tactics, rescue and rescue, rehearsal of the plan to handle complicated fire and explosion situations occurring in high-rise buildings, in order to improve professional qualifications and ability to organize firefighting and rescue operations and proactively handle all fire and explosion situations occurring at high-rise buildings of the Fire and Rescue Police force.

- Firstly, Must do well the reception and processing fire information of high-rise buildings; quickly mobilize forces and means to the scene; organizing high-rise building fire reconnaissance, in the process of reconnaissance, it is necessary to use technical means to determine clearly the situation of the fire (location of a fire, area of a fire, possibility of developing a fire, especially locating, number and condition of victims trapped in the fire, identification of building paths and escape routes, etc.) on such basis, it helps the commander to put forth reasonable fire fighting and rescue tactics, as well as measures to ensure the safety of officers, soldiers and victims; Depending on each specific case, the Fire and Rescue Police force deploy appropriate fire fighting equipment and formations (fire truck, ladder truck, fire truck with forklift, smoke truck etc ...) and use the means, apply methods and measures to save the victim in accordance with the situation at the fire scene of a high-rise building (such as using a ladder, a falling pipe, using a lifeline, a slow-down rope, an air cushion, a lifeline, a helicopter, etc. to save the victim; applying rescue methods such as: Rescue people stuck on high through trolley basket, drop people from above by rope, save the victim by method of steep rope bridge, vertical rope bridge, etc.).

Fourthly, it is necessary to do well in coordination with forces in fire-fighting and saving people in case of a high-rise building fire to organize zoning and protection of the scene in order to create favorable conditions for fire fighting, search for victims and rescue of victims, etc ...; coordinate with the medical force in providing first aid for victims and injured people; coordinate with the Army forces in fire fighting and saving people, in some cases, it is possible to deploy a rescue helicopter stuck on the rooftops of high-rise buildings, etc.

References

1. Government (2017), Decree 30/2017/ND-CP dated 21/3/2017 regulating the organization and activities of incident and disaster response and search and rescue.
2. Government (2017), Decree No. 83/2017/ND, dated 18/07/2017, regulating the rescue and salvage of the fire prevention and fighting forces.
3. Police Department of Fire Prevention and Fighting and Rescue (2018), Summary report on the interdisciplinary inspection of FPF for condominiums, high-rise buildings, super high-rise buildings and crowded facilities with high risk of fire and explosion in 07 provinces and centrally run cities.
4. National Assembly (2001), Law on fire prevention and fighting.
5. National Assembly (2013), Law amending and supplementing a number of articles of the Law on fire prevention and fighting.

Фам Куок Хынг (Вьетнам)

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОБСТАНОВКИ В НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТАХ ВЬЕТНАМА ЗА ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ

Проведён анализ пожарной обстановки во Вьетнаме за последние 11 лет (2010-2020г.г.). Определены причины пожаров, характеризующие их количество и последствия. Выделены необходимые мероприятия по решению задачи снижения количества пожаров в населённых пунктах Вьетнама.

Ключевые слова: пожарная обстановка, населённые пункты, пожарная безопасность, риски, Вьетнам.

Pham Quoc Hung (Vietnam)

ANALYSIS OF THE FIRE SITUATION IN POPULAR POINTS OF VIETNAM IN RECENT YEARS

The analysis of the fire situation in Vietnam over the past 11 years (2010-2020) has been carried out. The causes of fires, characterizing their number and consequences, have been determined. The necessary mechanisms for solving the problem of reducing the number of fires in the settlements of Vietnam are highlighted.

Key words: fire situation, settlements, fire safety, risks, Vietnam.

В последнее время во Вьетнаме часто происходят пожары в жилых домах, в домах, совмещённых с малыми предприятиями, в жилых массивах. Пожарная обстановка особенно осложняется на узких улочках старых жилых районов, в домах, где люди и живут, и ведут бизнес, но не соблюдают меры противопожарной безопасности. Эти пожары наносят серьёзный ущерб людям и имуществу. Поэтому меры по повышению информи-

рованности населения по соблюдению требований пожарной безопасности в населённых пунктах являются предметом особого внимания как в подразделениях пожарной охраны, так и в обществе в целом. Цель анализа состоит в совершенствовании информационной поддержки управления территориальными пожарными подразделениями в населённых пунктах. Методологической основой исследования явились статистика и теория интегральных пожарных рисков.

Пожарная обстановка в населённых пунктах Вьетнама за последние годы

Согласно статистике Главного управления пожарной охраны и аварийно-спасательных служб (ГУПО и АСС) Министерства общественной безопасности Вьетнама за 11 лет (2010-2020г.г.), во Вьетнаме зарегистрировано 31508 пожаров, произошедших в различных видах зданий и сооружений, на этих пожарах погибло 864 чел. и 1998 чел. травмировано. Ущерб составил около 634,66 млн долларов, а также произошло 3375 лесных пожаров, уничтоживших 17690,7 гектаров леса [1].

В табл. 1 представлены основные показатели, характеризующие пожарную обстановку во Вьетнаме за период 2010-2020 гг.

Таблица 1

Динамика основных показателей, характеризующих пожарную обстановку
во Вьетнаме за период 2010-2020 гг.

№ п/п	Год	Численность населения, млн чел.	Число пожа- ров	Потери от пожаров		
				число погиб- ших, чел.	число травми- рованных, чел.	ущерб, млн долл.
1	2010	88,5	2231	60	180	26,8
2	2011	89,4	1764	75	215	24,9
3	2012	90,4	1906	73	136	48,4
4	2013	91,5	2624	60	199	72,0
5	2014	92,5	2375	90	143	56,8
6	2015	93,4	2792	62	264	65,1
7	2016	94,4	3006	98	180	53,9
8	2017	95,4	4074	96	203	92,2
9	2018	96,0	4182	90	208	87,6
10	2019	96,2	3790	85	126	66,8
11	2020	97,8	2764	75	144	40,10
Всего			31508	864	1998	634,66

Для более ясной картины пожарной обстановки в населённых пунктах во Вьетнаме автор настоящего исследования использовал теорию интегральных (территориальных) пожарных рисков. К основным интегральным пожарным рискам (далее пожарным рискам) можно отнести следующие [3, 4]:

1) риск R_1 для человека столкнуться с пожаром (его опасными факторами) за единицу времени. Этот риск измеряется в единицах: $\left[\frac{\text{Пожар}}{\text{чел.}\cdot\text{год}}\right]$.

2) риск R_2 для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой). Единица измерения этого риска имеет вид: $\left[\frac{\text{Жертва}}{\text{пожаров}}\right]$.

3) риск R_3 для человека погибнуть от пожара за единицу времени измеряется следующим образом: $\left[\frac{\text{Жертва}}{\text{чел.}\cdot\text{год}}\right]$.

Эти риски связаны соотношением: $R_3 = R_1 \cdot R_2$.

Риск R_1 характеризует возможность реализации пожарной опасности, а риски R_2 и R_3 – отражают последствия этой реализации.

Так же были рассмотрены риски травмирования людей при пожарах:

1) риск R_4 для человека травмироваться при пожаре [травма/пожар];

2) риск R_5 для человека травмироваться от пожара в течение года [травма/ чел.·год].

В табл. 2 представлены результаты расчётов пожарных рисков во Вьетнаме за 2010-2020 гг.

Таблица 2

Пожарные риски во Вьетнаме за 2010-2020 гг.

Пожарные риски	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
R_1 [пожар/ 10^6 чел. год]	25,2	19,7	21,1	28,7	25,7	29,9	31,8	42,7	43,6	39,4	28,3
R_2 [жертва/ 10^2 пожар]	2,7	4,3	3,8	2,3	3,8	2,2	3,3	2,4	2,2	2,2	2,7
R_3 [жертва/ 10^6 чел. год]	0,7	0,8	0,8	0,7	1	0,7	1	1	0,9	0,9	0,8
R_4 [травма/ 10^2 пожаров]	5,65	11,86	10,65	6,86	6,02	4,87	6,62	4,42	6,31	5,67	5,21
R_5 [травма/ 10^6 чел. год]	2,03	2,40	1,50	2,17	1,55	2,83	1,91	2,13	2,17	1,31	1,47

По данным ГУПО и АСС, в первом квартале 2021 г. по всей стране произошло 618 пожаров, в результате которых погибло 16 человек и 30 человек получили ранения. Ущерб имуществу составляет около 7 млн долларов. Произошло более 335 пожаров в жилых домах, что составляет 47,1 % от общего числа. Пожары, произошедшие в жилых домах, домах, совмещённых с бизнесом, не принесли большого материального ущерба, но повлекли за собой серьёзные последствия для людей [2].

Кроме того, в первом квартале 2021 г. произошло 1107 случаев пожаров, вызванных коротким замыканием электрооборудования на опорах электропередач, электропроводки в жилых домах, а также – сжиганием травы и мусора.

Пожары и взрывы сосредоточены в городских районах с быстрым экономическим развитием и быстрой урбанизацией, производственными и коммерческими отделами (960 случаев, что составляет 55,65 %). Количество пожаров и происшествий преобладает в жилых домах (627 случаев, что составляет 36,34 %). Пожары на производственных объектах и товарных складах продолжают осложнять экономическое развитие, наносят серьёзный материальный ущерб.

В ходе расследования вышеуказанного ущерба, проведённого ГУПО и АСС, стало очевидным, что у всех жилых домов, совмещённых с бизнесом, нет запасных выходов эвакуации. Поэтому, когда происходит большой пожар, а главная дверь охвачена огнём, у людей нет возможности спастись. Таким образом, существует риск причинения вреда людям при возникновении пожара в домах, связанных с коммерческой деятельностью, в то время как государственное управление, инспекция и надзор за пожарной безопасностью отсутствуют.

По данным ГУПО и АСС, существует множество причин пожаров в жилых домах, но в основном из-за использования электричества, вызывающего короткое замыкание, пожар и взрыв. Примечательно, что при использовании электрического оборудования не учитываются ёмкость, несущая способность розеток, шнуров питания. Многие люди забывают отключить свои электрические устройства, когда перестают ими пользоваться. Это кажется безобидным, но с большой вероятностью может привести к ужасным последствиям. Например, даже фен, не вынимаемый из розетки длительное время, может привести к короткому замыканию, вызвать пожар в доме.

Кроме того, пожары в жилых домах, вызывающие серьёзные последствия, часто связаны с игнорированием информации о предотвращении пожаров и взрывов в домашних хозяйствах. Фактически, во многих семьях

до сих пор отсутствует базовое противопожарное оборудование, такое как дымовые извещатели, огнетушители, дымовые маски, лестницы и т.д. Некоторые семьи выбрали стиль "да, но нет": купили оборудование, но не научились пользоваться или при пожаре не могли найти его вовремя, чтобы использовать.

В населённых пунктах дома часто спроектированы со смежными трубами, близко друг к другу, что не гарантирует безопасного расстояния для предотвращения пожара и его тушения, нет пути эвакуации и нет решения для предотвращения распространения огня.

Отсутствие аварийного выхода при возникновении пожара приводит к большому ущербу людям. Кроме того, пожары в жилых домах часто случаются ночью, когда пострадавшие спят и пожар обнаруживают когда огонь усиливается. Особенно опасно для жилых домов, совмещённых с производством, то, что много мебели, товаров складываются перед домом. Это не только блокирует путь эвакуации, но и способствует распространению пожара, создаёт много трудностей для оперативных сил, не позволяет получить доступ к средствам пожаротушения, препятствует проведению аварийно-спасательных работ.

Хотя на местах проводится регулярная пропаганда мер противопожарной безопасности, осведомлённость владельцев семейных предприятия о соблюдении правил пожарной безопасности остаётся ограниченной. Более того, государственный надзор за соблюдением мер пожарной безопасности в жилищном фонде, объединённом с предприятиями, незначителен, субъективен и неадекватен, что также создаёт высокий риск возникновения пожаров. Риск усиливается с приближением жаркого сезона, когда потребность в электроэнергии для повседневной жизни увеличивается, что увеличивает и вероятность возникновения пожара.

По словам журналистов, во многих населённых пунктах хозяева, чтобы обезопасить себя от краж, окружили свои дома металлическими заборами по образцу "тигровых клеток" и оставили только один вход – главную дверь. Дороги в этих населённых пунктах узкие, территория домов тесная, приготовленные на продажу товары расставлены по всему двору. Мотоциклы и автомобили, которые вторгаются на проезжую часть, затрудняют эвакуацию, а также затрудняют доступ к средствам пожаротушения и мешают проведению аварийно-спасательных работ в случае происшествий.

Действующие силы и средства пожарной безопасности очень важны, но количество стандартных пожарных частей очень мало, что не соответствует требованиям сложной топографии жилых массивов.

Исходя из проведённого анализа определен ряд направлений по снижению риска и количества пожаров в населённых пунктах Вьетнама.

Совершенствование развития противопожарной службы в населённых пунктах Вьетнама с использованием технологий имитационного моделирования. Применение компьютерных технологий для оценки возможностей пожарных подразделений при крупных пожарах и чрезвычайных ситуациях.

В целях предотвращения и ликвидации пожаров и взрывов, минимизации ущерба, причинённого пожарами и взрывами в населённых пунктах, в городах и в провинциях, председатель провинциального народного комитета должен обязать организации, департаменты и отделения определять свои функции и задачи в деле обеспечения противопожарной безопасности. В то же время, глава провинции и города должен обязать подразделения пожарной охраны усилить пропаганду знаний и мер по обеспечению безопасности, обучить навыкам эвакуации и действиям населения в случае пожара. Необходимо формировать чувство общей ответственности для соблюдения мер пожарной безопасности.

Перед местными органами власти стоит задача эффективно реализовать девиз "4 на месте" (сила на месте, средства на месте, материально-техническое обеспечение на месте, командование на месте). При возникновении пожара, несчастного случая или инцидента необходимо срочно мобилизовать силы и средства, принять синхронные меры, активно координировать свои действия и тесно сотрудничать с пожарной охраной, чтобы свести к минимуму человеческие жертвы и материальные потери. Это позволит быстро стабилизировать ситуацию и преодолеть последствия чрезвычайной ситуации.

В то же время, подразделениям пожарной охраны следует усилить инспекцию, осмотр, надзор на подведомственных территориях, выявить недостатки и принять меры по их быстрому устранению, чтобы исключить причины и условия, приводящие к пожарам и взрывам в населённых пунктах и домохозяйствах. Необходимо определить источники финансирования в годовой бюджетной смете для обеспечения пожарной безопасности и проведения аварийно-спасательных работ.

Необходимо рекомендовать компетентным органам обнародовать правила и меры по обеспечению условий пожарной безопасности в домах с переоборудованными функциями как в жилом, так и в производственном, коммерческом, складском и закупочном секторах. Также необходимо включение вопросов по пожарной безопасности и тушению пожаров, получения навыков эвакуации и спасения в учебные программы и практики, в рамках профессионального обучения и внеклассных мероприятий в школах. Важно периодически организовывать практические занятия, тренировки по формированию навыков реагирования на пожар, взрыв, аварии и происшествия для курсантов и студентов.

Народные комитеты районов и городов несут ответственность за государственное управление пожарной безопасностью населённых пунктов и объектов, находящихся в их ведении. При возникновении пожара или взрыва в населённых пунктах необходимо собрать силы и средства для оперативной организации тушения пожара, аварийно-спасательных работ, быстрого преодоления последствий, вызванных пожаром или взрывом. Анализ, оценка и классификация ключевых районов и населённых пунктов с высоким риском пожаров и взрывов должны укрепить государственное управление пожарной безопасностью и тушением пожаров.

Следует поручить народным комитетам общин, районов и городов незамедлительно принять меры по обеспечению пожарной безопасности в населённых пунктах. Народный комитет несёт ответственность за любые пожары и действия в управляемой зоне, он должен укреплять и поддерживать работу гражданской силы для обеспечения средств и техники для пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ.

Народный комитет должен организовать обучение правилам пожарной безопасности и аварийно-спасательной работе гражданских сил коммун, округов и поселков. Комитет может поручить конкретные задачи гражданским силам, милиции и силам самообороны для обеспечения пожарной безопасности на территории, находящейся под их управлением. Ежегодно 100 % населённых пунктов должны самостоятельно организовывать практику пожаротушения, спасательных работ и планов спасения, используя локальные силы пожаротушения. Для населённых пунктов с повышенным риском пожара и взрыва требуется организовать отработку пожаротушения, аварийно-спасательный план с мобилизацией большого количества сил и средств не реже одного раза в год.

Кроме того, необходимо пересмотреть планирование населённых пунктов, городского благоустройства, чтобы принять меры и решения по ограничению риска возникновения пожара и взрыва. Следует обратить особое внимание на условия движения, источники воды для пожаротушения, на устранение плотности общих проездов, на подключение электрических и телекоммуникационных линий, не соответствующих требованиям. Нужно активно мобилизовать людей на добровольный перенос малых производственных предприятий с высокой пожарной опасностью из населённых пунктов, заинтересовав владельцев инвестированием, помощью в приобретении оборудования и средств пожаротушения и аварийно-спасательных работ.

При оформлении разрешений на строительство, ремонт отдельных домов, смежных домов следует обратить внимание на условия, обеспечивающие противопожарную безопасность согласно нормативам. Нужно поручить местным службам электроснабжения проверить электрические системы и сети в населённых пунктах с целью предотвращения опасности возникновения пожаров. Эти службы должны мотивировать людей к безопасному использованию электричества.

Провинциальной полиции следует активно проводить базовые расследования, анализировать и оценивать ситуацию и уровень опасности в каждом населённом пункте, чтобы применять соответствующие эффективные противопожарные меры; координировать действия с Народными комитетами районов и городов в управлении и мониторинге населённых пунктов с высоким риском пожаров и взрывов.

Необходимо организовывать обследование объектов и руководить самопроверкой пожарной безопасности в населённых пунктах и домах; своевременно обнаруживать и устранять недостатки, а также строго наказывать за серьёзные нарушения пожарной безопасности в соответствии с правилами. Тесно координировать со средствами массовой информации меры по усилению пропаганды противопожарных мероприятий в различных формах, подходящих для каждого населённого пункта и жилого района; разрабатывать новости, статьи и отчёты, чтобы помочь людям в мерах пожарной безопасности и эвакуации в случае инцидента, несчастного случая, пожара или взрыва.

Важно организовать обучение спасательным работам и переподготовку для гражданской силы, объектовых и специализированных пожарных частей в соответствии с правилами.

Пожарной охране необходимо координировать действия с Управлением строительства и соответствующими агентствами и подразделениями, чтобы рассмотреть и предложить компетентным органам поправки и дополнения к стандартам и инструкциям по строительству, служащим предотвращению пожаров и борьбе с ними.

Таким образом, анализ интегральных пожарных рисков показал их разнообразие, а также серьёзную потенциальную опасность для населённых пунктов Вьетнама. Анализ причин возникновения пожаров, взрывов, чрезвычайных ситуаций, анализ серьёзности ущерба жизни и имуществу населения показывает важность текущих противопожарных мероприятий как для пожарной охраны в целом, так и для каждой вьетнамской семьи.

Реализация вышеуказанных направлений является важным шагом к повышению в ближайшее время эффективности противопожарной деятельности и работы аварийно-спасательных служб в снижении рисков и количества пожаров в населённых пунктах Вьетнама.

Литература

1. Фам Куок Хынг, Соколов С.В. Пожарная обстановка во Вьетнаме за последние годы и меры по профилактике пожаров // Матер. 29-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2020". М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. С. 106-111.
2. Отчёт о деятельности пожарной безопасности и аварийно-спасательной работы. Ханой: Главное управление пожарной охраны и аварийно-спасательных служб Вьетнама, 2021. 26 с.
3. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Клепко Е.А. и др. Пожарные риски: учеб. пос. М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. 65 с.
4. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование / под ред. Н.Н. Брушлинского, Ю.Н. Шебеко. М.: ВНИИПО МЧС России, 2007. 370 с.

А.С. Гумиров, М.В. Алешков, О.В. Двоенко

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПРЕССИОННОЙ ПЕНЫ НА ПЛАВУЧЕЙ АТОМНОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ "АКАДЕМИК ЛОМОНОСОВ"

Приводятся сведения об актуальности обеспечения пожарной безопасности на объектах энергетики, расположенных в холодных климатических районах. Дается описание измерительного комплекса и методика проведения экспериментальных исследований по оценке интенсивности охлаждения компрессионной пены и показателей массового расхода. Приводятся основные результаты экспериментальных исследований.

Ключевые слова: компрессионная пена, массовый расход, ПАТЭС "Академик Ломоносов", низкие температуры, установки получения и подачи компрессионной пены.

A.S. Gumirov, M.V. Aleshkov, O.V. Dvoyenko

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING COMPRESSION FOAM AT THE FLOATING NUCLEAR POWER PLANT "AKADEMIK LOMONOSOV"

The article provides information on the relevance of ensuring fire safety at energy facilities located in cold climatic regions. A description of the measuring complex and a methodology for conducting experimental studies to assess the intensity of cooling of compression foam and indicators of mass flow are given. The main results of experimental studies are presented.

Key words: compression foam, mass consumption, PATES "Academician Lomonosov", low temperatures, installations for receiving and feeding compression foam.

С каждым годом пожарная наука развивается, благодаря чему разрабатываются новые технические средства, огнетушащие вещества и способы их подачи. В последние годы всё больше уделяется вопросам разработки подобных средств для защиты особо важных объектов, в том числе объектов энергетики, расположенных в районах Крайнего Севера и Арктической зоне России. От успешного функционирования этих объектов зависит

социально-экономическое развитие региона. Особое внимание требуют к себе объекты атомной энергетики, так как при тушении пожаров и ликвидации аварий на них возникают сложности, одной из которых является обеспечение подачи огнетушащих веществ в условиях низких температур воздуха [5].

С 2020 г. была сдана в промышленную эксплуатацию самая "северная" в мире плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС) "Академик Ломоносов". Для защиты ПАТЭС были разработаны и введены в эксплуатацию 5 пожарных автомобилей в климатическом исполнении ХЛ (согласно ГОСТ 15150-69):

- автомобиль-база газодымозащитной службы АБГ-3 (IVECO-AMT Eurocargo MLC150E28W);

- пожарный автомобиль насосно – рукавный АНР-120-2000 (IVECO-AMT Euro Cargo MLC210E28W);

- автомобиль пенного тушения АПТ-7,0-70 (IVECO – AMT Trakker AT380T45W);

- 2 пожарные автоцистерны АЦ-6,0-70 (IVECO – AMT Trakker AD380T45W).



Рис. 1. Пожарная техника, используемая для защиты ПАТЭС "Академик Ломоносов"

В 2021 г. были проведены межведомственные опытно-исследовательские учения в Арктической зоне России. Одной из задач учений являлась отработка вводной "Пожар на плавучей атомной теплоэлектростанции "Академик Ломоносов". Для обеспечения научно-исследовательской части учения от Академии ГПС МЧС России была направлена научная группа.

Цель научных исследований заключалась в оценке возможности и эффективности применения установок получения и подачи компрессионной пены для тушения пожаров на ПАТЭС. Испытания были разделены на два блока:

1) определение параметров интенсивности охлаждения компрессионной пены;

2) определение параметров массового расхода и кратности компрессионной пены.

Для проведения первого блока экспериментальных исследований была разработана методика, позволяющая решить следующие задачи, таких как [1]:

- определение максимальной длины рукавной линии при подаче компрессионной пены;

- определение температуры кристаллизации при подаче по насосно-рукавным системам;

- определение интенсивности охлаждения компрессионной пены.

Применялся измерительный комплекс, который состоит из рукавных вставок различного диаметра. С обеих сторон вставок накручены соединительные головки. Поверхность соединительных вставок защищена специальным теплоизолирующим материалом для снижения показателей теплопроводности. Рукавные вставки снабжены температурными датчиками. Передача показателей температуры передаётся на приёмный прибор.

Передаваемые данные архивируются в специальной программе на ноутбуке [2]. Основные параметры измерительного комплекса приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики измерительного комплекса

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	Диапазон датчика измерения температуры окружающей среды	от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$
2	Погрешность датчика измерения температуры окружающей среды	$\pm 0,5\%$
3	Диапазон датчиков измерения температуры во вставках	от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$
4	Погрешность датчиков измерения температуры во вставках	$\pm 1\%$
5	Расстояние передачи по радиоканалу	не менее 300 м
6	Диаметры рукавных вставок	DN50 DN65 DN80

Схема применения измерительного комплекса представлена на рис. 2 [4].

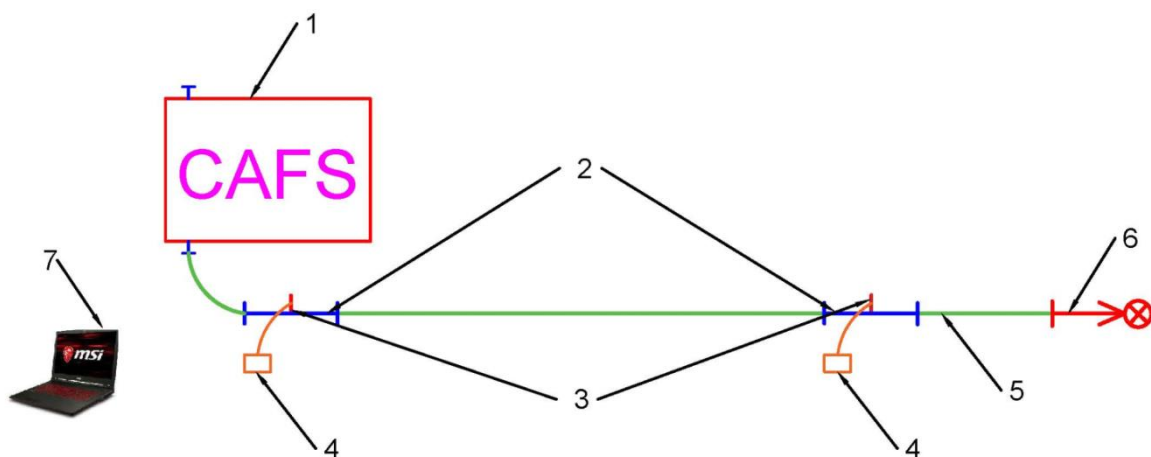


Рис. 2. Схема применения измерительного комплекса для оценки интенсивности охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным линиям:

- 1 – установка получения и подачи компрессионной пены;
- 2 – рукавные вставки; 3 – температурные датчики;
- 4 – приёмный контрольный прибор температурных датчиков и аккумуляторной батареи;
- 5 – пожарные рукава;
- 6 – ствол для подачи компрессионной пены;
- 7 – приёмное устройство (ноутбук)

Предварительные результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 3.

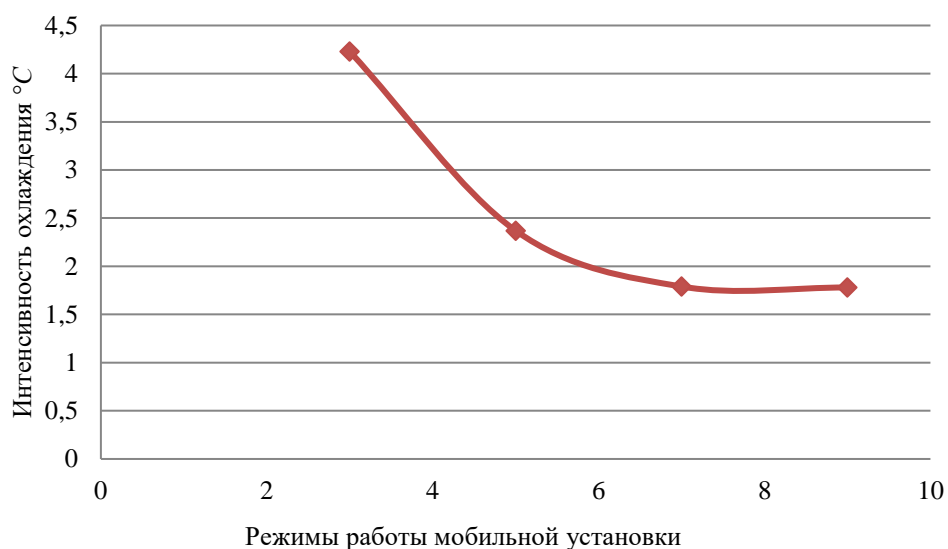


Рис. 3. Зависимость интенсивности охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам в зависимости от режимов работы установки

Под режимами работы установки получения и подачи компрессионной пены подразумевается соотношение компонентов водной и воздушной фаз.

Второй блок исследования проводился по схеме на рис. 4 в следующем порядке:

- 1) прокладывался пожарный напорный рукав с диаметром 50 мм;
- 2) выполнялся запуск установки получения и подачи компрессионной пены;
- 3) на установке выставлялась необходимая кратность;
- 4) для выхода на устойчивый режим работы установки осуществлялась подача компрессионной пены в течение 2 мин;
- 5) не останавливая подачу, поочерёдно заполнялись пластиковые ёмкости объёмом 40 л и 200 л;
- 6) одновременно с началом заполнения ёмкости фиксировалось время до полного заполнения.

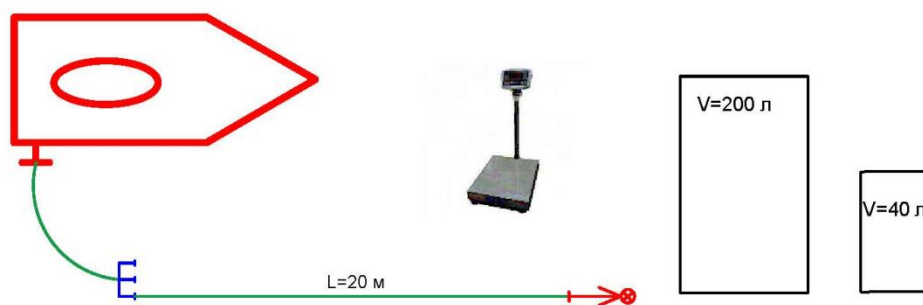


Рис. 4. Схема подачи для оценки параметров массового расхода компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам

Эксперимент проводился для кратности в диапазоне от 2 до 20. В ходе проведения экспериментальных исследований было установлено, что массовый расход зависит от кратности и режимов работы установки получения и подачи компрессионной пены.

Так, при режиме работы установки при кратности 2 массовый расход компрессионной пены равен $2,21 \text{ кг/с}$, при значении 10 массовый расход компрессионной пены составил уже $0,95 \text{ кг/с}$ (рис. 5).

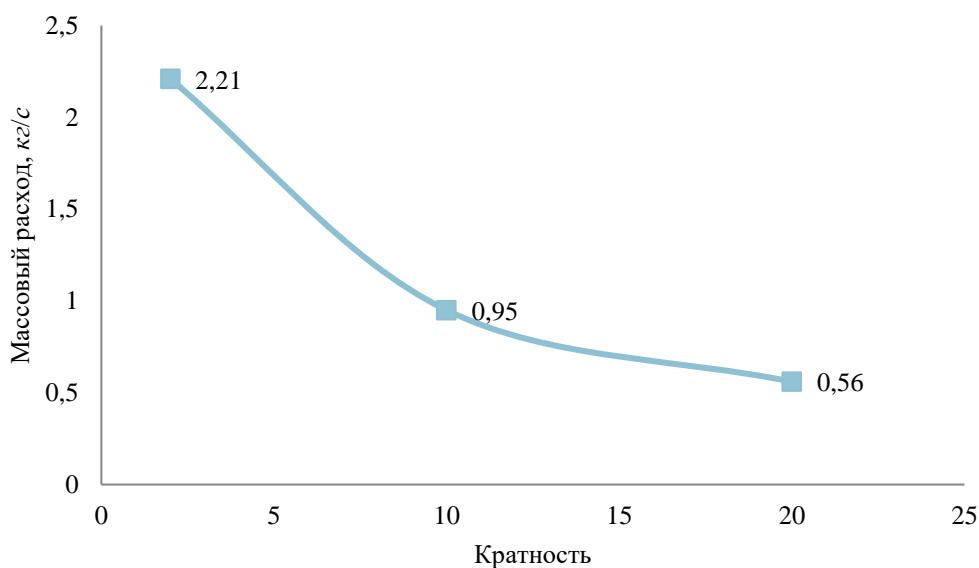


Рис. 5. Зависимость массового расхода компрессионной пены от положения крана

Полученные результаты экспериментальных исследований позволят в дальнейшем разработать физическую модель движения компрессионной пены, позволяющую оценить параметры интенсивности охлаждения компрессионной пены при подаче по пожарным рукавам в условиях низких температур. Это позволит планировать применение сил и средств пожарных подразделений при тушении пожаров в условиях низких температур воздуха.

Литература

1. Камлюк А.Н., Навроцкий О.Д., Грачулин А.В. Тушение пожаров пеногенерирующими системами со сжатым воздухом // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2017. Т.1, № 1. С. 44-53.
2. Алешков М.В. Особенности тушения крупных пожаров на территории Российской Федерации при внешнем воздействии опасных природных явлений // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22, № 5. С. 59-63.
3. Гумиров А.С., Молчанов В.П., Федяев В.Д., Стругов А.О. Исследование параметров массового расхода при подаче по насосно-рукавным системам компрессионной пены // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение и ликвидация. 2020. № 4. С. 5-9.
4. Алешков М.В., Федяев В.Д., Гумиров А.С., Шульпинов А.А. Применение компрессионной пены при тушении пожаров объектов нефтегазового комплекса при отрицательных температурах // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение и ликвидация. 2020. № 1. С. 8-15. <https://doi.org/10.25257/FE.2020.1.8-15>
5. Двоенко О.В. Насосно-рукавные системы пожарных автомобилей, обеспечивающие тушение пожаров и аварийное водоснабжение на объектах энергетики в условиях низких температур: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. 190 с.

А.В. Калач, Б.А. Клементьев
**ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ С ЭПОКСИДНОЙ ОГНЕЗАЩИТОЙ
В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

Представлены результаты испытания стальных конструкций с эпоксидными огнезащитными покрытиями "ПРЕГРАД-ЭП", "Огракс-СКЭ" и "Chartek 2218". Установлено время от начала воздействия температур до наступления предельного состояния образца при углеводородном температурном режиме пожара. Сделаны выводы о необходимости проведения последовательных криогенных и огневых испытаний стальных конструкций с различными типами огнезащиты в условиях углеводородного режима пожара с целью получения необходимых экспериментальных данных.

Ключевые слова: огнезащита, эпоксидный состав, пожарная безопасность, нефтегазовый комплекс.

A.V. Kalach, B.A. Klementyev
**INVESTIGATION OF FIRE RESISTANCE OF STEEL STRUCTURES
WITH EPOXY FIRE PROTECTION AT LOW TEMPERATURES**

The report presents the results of testing steel structures with epoxy flame-retardant coatings "PREGRAD-EP", "Ograx-SKE" and "Chartek 2218". The time from the beginning of the temperature exposure to the onset of the limiting state of the sample under the hydrocarbon temperature regime of the fire is established. Conclusions are drawn about the need for sequential cryogenic and fire tests of steel structures with various types of fire protection in the conditions of a hydrocarbon fire regime in order to obtain the necessary experimental data.

Key words: fire protection, epoxy compound, fire safety, oil and gas complex

Нефтегазовая промышленность представляет собой крупную, технологически сложную и важную отрасль экономики [1]. Объекты топливно-энергетического комплекса относятся к источникам повышенной опасности, поскольку в технологических процессах производств нефтепереработки хранятся и обращаются в достаточном объёме горючие и взрывоопасные вещества, при несоблюдении правил работы с которыми возможны случаи воспламенения, взрыва и/или разлива [1, 2].

В области стандартизации огневых испытаний для конструкций регламентируются следующие температурные режимы: "стандартный" (целлюлозный), наружный, медленно развивающийся (тлеющий) и углеводородный режим [3]. Стальные конструкции объектов нефтегазового комплекса (НГК) при аварии, сопровождающейся пожаром и взрывом, подвергаются температурному воздействию и избыточному давлению согласно углеводородного режима, при котором в первые минуты пожара температура достигает 1000 °С и выше. Прочность стальной конструкции значительно снижается в диапазоне 400-600 °С, а при нагрузке незащищённая

конструкция практически мгновенно теряет устойчивость. В связи с этим на объектах повышенной опасности должны применяться конструкции, способные выдерживать высокие температуры, взрывную волну, то есть защищённые средствами огнезащиты. Кроме того, стальные конструкции зданий и сооружений НГК, в особенности производство сжиженного газа, необходимо защитить не только от пожара, но и от низких температур. В связи с этим фактом становится актуальным использование огнезащитных материалов, которые способны сохранять свою целостность и теплоизоляционные свойства в условиях низких температур.

Одним из способов предотвращения распространения пожара и обеспечения устойчивости зданий и сооружений при пожаре является пассивная противопожарная защита (ППЗ). К средствам ППЗ относятся специальные огнезащитные штукатурки, краски, кожухи, плиты и интумесцентные краски [4]. На объектах НГК широко распространены интумесцентные покрытия на основе эпоксидных связующих, важными характеристиками которых являются устойчивость к химическим и климатическим воздействиям, малое содержание летучих веществ, длительный срок эксплуатации (25 лет и более), высокая адгезия и ремонтпригодность [5].

В докладе представлены результаты исследования поведения огнезащитных покрытий "ПРЕГРАД-ЭП" и "Огракс-СКЭ" при полном погружении образца в среду жидкого азота и "Chartek 2218" при двухфазном криогенном воздействии с последующими огневыми испытаниями в условиях углеводородного режима пожара.

Проведение испытаний по определению времени достижения критического состояния при криогенном и последующем огневом воздействиях двух огнезащитных покрытий ("ПРЕГРАД-ЭП" – образец № 1; "Огракс-СКЭ" – образец № 2) проводили в соответствии с методикой научно-технического центра "ПОЖ-АУДИТ" (Россия), основанной на положениях ISO 20088-1:2016 с уменьшением предельно-допустимой температуры до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$; для состава "Chartek 2218" (образец № 3), испытания проводились согласно ISO 20088-3:2018. Свойства и характеристики исследуемых огнезащитных покрытий представлены в табл. 1.

За предельное состояние при криогенном воздействии принимается достижение металла опытных образцов № 1 и № 2 критической температуры, равной $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, для образца №3 – $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$. За предельное состояние при огневом испытании при углеводородном температурном режиме принимается достижение металлом опытного образца критической температуры, равной $500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1

Свойства и характеристики исследуемых огнезащитных покрытий

Свойства и характеристики	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 13
Основа	модифицированные эпоксидные смолы и целевые наполнители		
Цвет и отделка	светло-серый	от серого до черного	светло-серый
Плотность, кг/л	0,9 ± 0,05	1,3 ± 0,2	1,0
Сухой остаток, %	97 ± 1	93 ± 3	100
Антикоррозионные свойства	да	да	да
Возможность нанесения на рабочей площадке	да	да	да
Используемое оборудование	безвоздушное распыление	комбинированное или безвоздушное распыление	безвоздушное распыление
Влажность при нанесении, %	не более 80	не более 90	не более 85
Температура нанесения, °С	не ниже -10	не ниже +5	не ниже +10

После проведения криогенного воздействия образец № 1 и № 2 извлекали из жидкого азота, осуществляли проверку покрытия на наличие трещин, вздутий и отслоений и размещали в печи для проведения огневых испытаний, после чего подвергли тепловому воздействию в режиме углеводородного горения согласно

$$T - T_0 = 1080 \cdot (1 - 0,325 \cdot e^{-0,167t} - 0,675 \cdot e^{-2,5t}),$$

где T – температура в печи, соответствующая времени t , °С; T_0 – температура в печи до начала теплового воздействия t , °С; t – время, исчисляемое от начала испытаний, мин.

По результатам испытаний установлено, что образец № 1 толщиной сухого слоя 18 мм, нанесённый на колонну двутаврового сечения № 20Б1 длиной 1700 мм с объёмным коэффициентом Ap/V не более 294 м⁻¹, обеспечивает время достижения критической температуры -60 °С на образце в течение 31 мин в режиме полного погружения в жидкий азот и последующее время достижения критической температуры 500 °С на образце в течение 120 мин при углеводородном температурном режиме.

По результатам испытаний установлено, что образец № 1 толщиной сухого слоя 27 мм, нанесённый на колонну двутаврового сечения № 20Б1 длиной 1700 мм с объёмным коэффициентом Ap/V не более 294 м⁻¹, обеспечивает время достижения критической температуры -60 °С на образце в течение 67 мин в режиме полного погружения в жидкий азот и последующее время достижения критической температуры 500 °С на образце в течение 120 мин при углеводородном температурном режиме.

Криогенное воздействие на первый и второй образцы завершено на 31 и 67 *мин* соответственно по достижению критической температуры, а последующие за ними огневые испытания завершены на 125 *мин* без достижения критической температуры на образцах.

Установлено, что образец № 2 толщиной сухого слоя 22,5 *мм*, нанесённый на квадратную трубу 100×100×8 *мм* с объёмным коэффициентом A_p/V не более 134 m^{-1} , обеспечивает огнезащитную эффективность в условиях воздействия режима углеводородного горения не менее 120 *мин* после 10-минутного криогенного воздействия на образец в режиме полного погружения в жидкий азот. При этом, в процессе криогенного воздействия средняя температура образца не опускалась более чем на 40 градусов относительно его исходной температуры. По окончании криогенного испытания средняя температура образца составила -18 °С. Огнезащитное покрытие после криогенного испытания не имело каких-либо видимых дефектов (вздутий, трещин, отслоений).

В процессе огневого испытания на 15 *мин* началось образование пенококса, защищающего конструкцию от нагревания. По достижении заданного времени (120 *мин*) испытание было прекращено. Средняя температура на образце составила 468 °С. После завершения теплового воздействия выявлено, что образовавшийся пенококс сохранил свою структуру и целостность.

Установлено, что образец № 3 толщиной сухого слоя 8,67 *мм*, нанесённый на колонну двутаврового сечения с объёмным коэффициентом $A_p/V = 295 m^{-1}$, обеспечивает огнезащитную эффективность в условиях воздействия режима углеводородного горения не менее 120 *мин* после 30-минутного криогенного воздействия в процессе двухфазного распыления (two phase spray) жидкого азота.

В процессе криогенного воздействия средние температуры образцов опустились более чем на 50 градусов относительно температуры окружающей среды (до -45 °С). Разница в температуре не привела к возникновению или распространению трещин на огнезащитном покрытии. Последующее за криогенным воздействием огневое испытание для образца № 3 завершено на 120 *мин* без достижения критической температуры.

В результате проведённого исследования установлено, что все эпоксидные вспучивающиеся покрытия не достигли критической температуры в 500 °С при достижении 120 *мин*, что доказывает их эффективность при использовании в качестве пассивной противопожарной защиты объектов нефтегазового комплекса. Кроме того, исследований поведения огнезащитных покрытий стальных конструкций в условиях низких температур проводится чрезвычайно мало, однако с учётом экспансии мирового нефтегазового комплекса в Арктике и Антарктике ожидается широкий интерес к данному исследованию.

Литература

1. Интернет-ресурс <https://minenergo.gov.ru/node/473>
2. Kalach A.V., Cherepakhin A.M., Sushko E.A., Kalach E.V., Sysoeva T.P. The dangerous fire factors formation the on an oil and gas complex objects when using the combustible environment on the tetrachloromethane basis // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". 2020. 042046.
3. ГОСТ Р ЕН 1363-2-2014. Национальный стандарт Российской Федерации "Конструкции строительные. Испытания на огнестойкость. Альтернативные и дополнительные методы. Fire resistance tests. Alternative and additional procedures".
4. Беззапонная О.В., Головина Е.В., Акулов А.Ю., Калач А.В., Калач Е.В. Совершенствование огнезащитных вспенивающихся составов для использования на объектах нефтегазового комплекса // Химия, физика и механика материалов. 2017. № 2 (15). С. 77.
5. Нагановский Ю.К. Определение характеристик терморасширения материалов интумесцентного типа // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2019. № 2 (2). С. 12-18.

О.С. Лебедченко, С.В. Пузач

ОСОБЕННОСТИ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНЫХ РАССТОЯНИЙ ВНУТРИ ПОЖАРНЫХ ЗОН ЗДАНИЙ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ БЕЗ ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ АКТИВНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Представлены результаты анализа системы пассивной противопожарной защиты пожарных зон зданий атомных электростанций. Приведён пример обоснования безопасных расстояний внутри пожарных зон без учёта действия систем активной противопожарной защиты.

Ключевые слова: атомная станция, опасные факторы пожара, пассивная противопожарная защита, огнестойкость, пожарная зона.

O.S. Lebedchenko, S.V. Puzach

FEATURES OF JUSTIFICATION OF SAFE DISTANCES INSIDE FIRE ZONES OF NUCLEAR POWER PLANT BUILDINGS WITHOUT TAKING INTO ACCOUNT ACTIVE FIRE PROTECTION SYSTEMS

Results of analysis of passive fire protection system of fire zones of nuclear power plant buildings are presented. An example of substantiation of safe distances inside fire zones is given without taking into account the action of active fire protection systems

Key words: nuclear power plant, dangerous factors of the fire, passive fire protection, fire resistance, fire zone.

Основными инновациями в системах безопасности технологического проекта "АЭС-2006" являются пассивные технологии систем безопасности [1]. Это в полной мере относится и к системам противопожарной защиты.

Пожарное зонирование атомной электростанции (АЭС) обеспечивает нераспространение пожара между системой нормальной эксплуатации и каждым из каналов системы безопасности (СБ), служащим для безопасного останова и расхолаживания реакторной установки при ЧС. Поэтому надёжность и функциональность системы противопожарной защиты пожарных зон является одним из условий безопасной эксплуатации АЭС.

Для обеспечения безопасности должно быть предусмотрено резервирование систем (элементов), важных для безопасности, позволяющее им в условиях пожара выполнять свои функции. Для исключения одновременного воздействия пожара на основное и резервное оборудование должно предусматриваться разделение технологического оборудования, кабельных линий и других коммуникационных связей противопожарными преградами (барьерами) или безопасными расстояниями. По причине пожара допускается выход из строя не более одного канала СБ.

Система элементов пассивной противопожарной защиты пожарных зон предназначена для локализации пожара в пределах пожарной зоны, где он возник и применяется для решения следующих задач:

- исключить одновременное воздействие пожара на оборудование и элементы основного и резервных вариантов безопасного аварийного останова и расхолаживания реакторной установки и, тем самым, обеспечить выполнение этими системами проектных функций в процессе и после пожара;

- обеспечить, при необходимости, локализацию и контроль радиоактивных выбросов в окружающую среду при пожаре;

- защитить персонал и население от превышения установленных доз облучения.

На основании требований СП 13.13130 [2] пассивный принцип действия систем и элементов противопожарной защиты является приоритетным в обеспечении безопасности АЭС при пожаре, поэтому при проектировании современных АЭС противопожарная защита строится на основе принципа локализации пожара в пределах пожарной зоны, где он возник. Активные системы пожаротушения в обосновании безопасности при пожаре в расчёт не принимаются.

В работе [3] выполнено обоснование пределов огнестойкости ограждающих конструкций пожарных зон как одного из элементов пассивной противопожарной защиты АЭС.

Однако внутри пожарных зон находятся помещения, в которых размещены несколько каналов СБ. Для обеспечения независимости нескольких каналов СБ при пожарах необходимо проверить возможность одновременного воздействия опасных факторов пожара на кабели нескольких каналов.

Рассмотрим особенности обоснования безопасного расстояния на примере помещения в реакторном здании, в котором проходят трассы силовых кабелей двух СБ.

Схема конструкции кабельных коробов, внутри которых проходят силовые кабели, представлена на рис. 1.

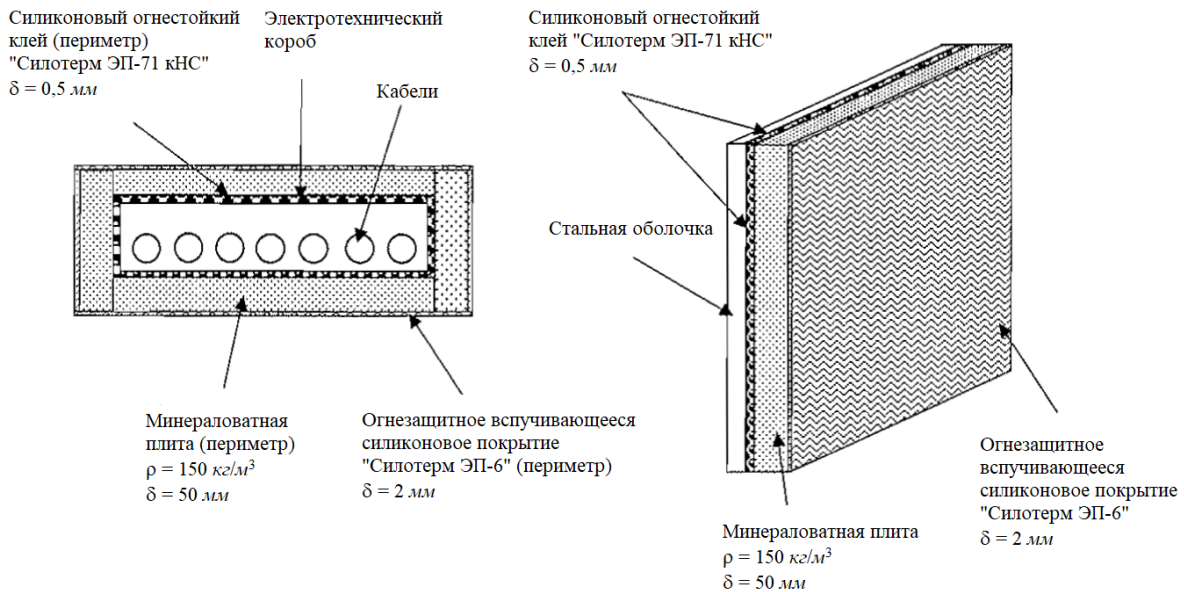


Рис. 1. Схема конструкции кабельных коробов, внутри которых проходят силовые кабели 1-го и 2-го каналов СБ

Одна кабельная трасса пересекает вторую с расстоянием по высоте 0,5 м.

Выбираем наиболее опасные сценарии развития пожара с точки зрения возможности воспламенения силовых кабелей НГ двух каналов СБ. Рассматриваем горение кабелей внутри кабельного короба, находящегося под вторым коробом, при отсутствии потери целостности короба (сценарий № 1) и при его разгерметизации (сценарий № 2).

Для расчёта используется полевая модель термогазодинамики пожара. При этом решается система уравнений [4]:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi) + \text{div}(\rho w\Phi) = \text{div}(\Gamma \text{grad } \Phi) + S, \quad (1)$$

где Φ – зависимая переменная (температуры газовой смеси и материала конструкций, проекции скорости на координатные оси, концентрации компонентов газовой смеси, кинетическая энергия турбулентности и скорость её диссипации, массовая концентрация и оптическая плотность дыма); Γ – коэффициент диффузии для Φ ; S – источниковый член для Φ .

Полевая модель реализована в программе расчёта на ЭВМ [5].

На рис. 2 представлены зависимости характерных температур от времени с начала возгорания кабелей внутри целостного кабельного короба, на рис. 3 приведена зависимость от времени среднеобъёмной парциальной плотности кислорода.

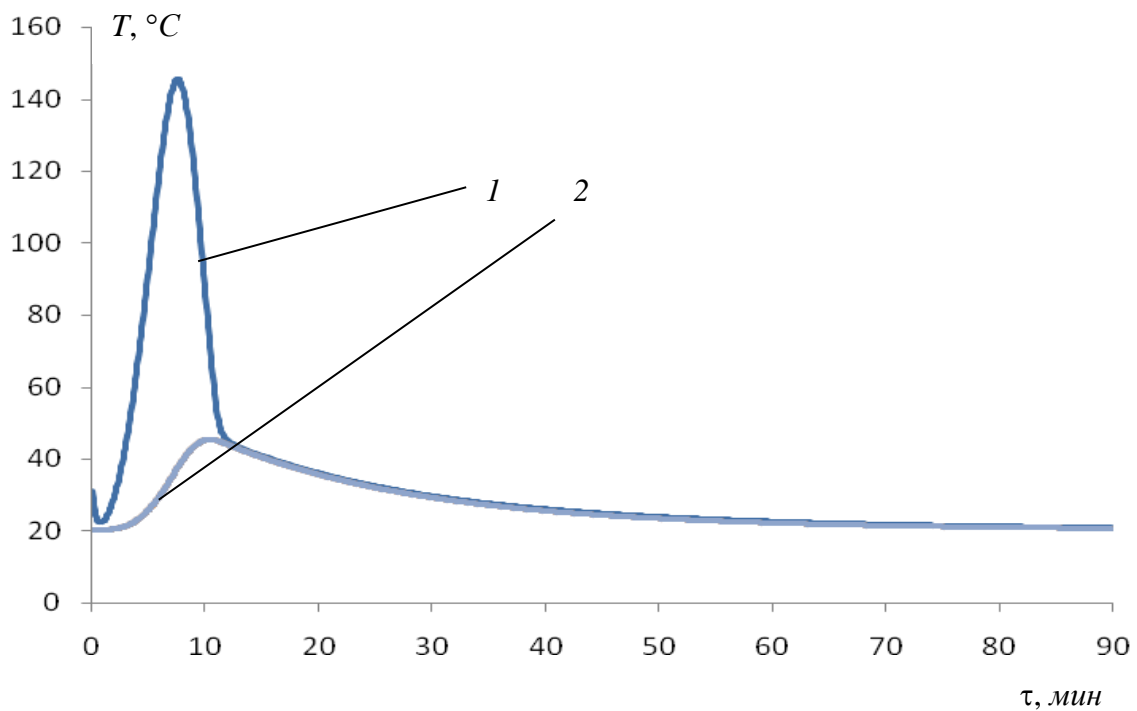


Рис. 2. Зависимости от времени характерных температур в случае горения кабелей НГ внутри кабельного короба (сценарий № 1):
 1 – среднеобъёмная температура внутри кабельного короба;
 2 – максимальная температура внутренней поверхности стенки кабельного короба

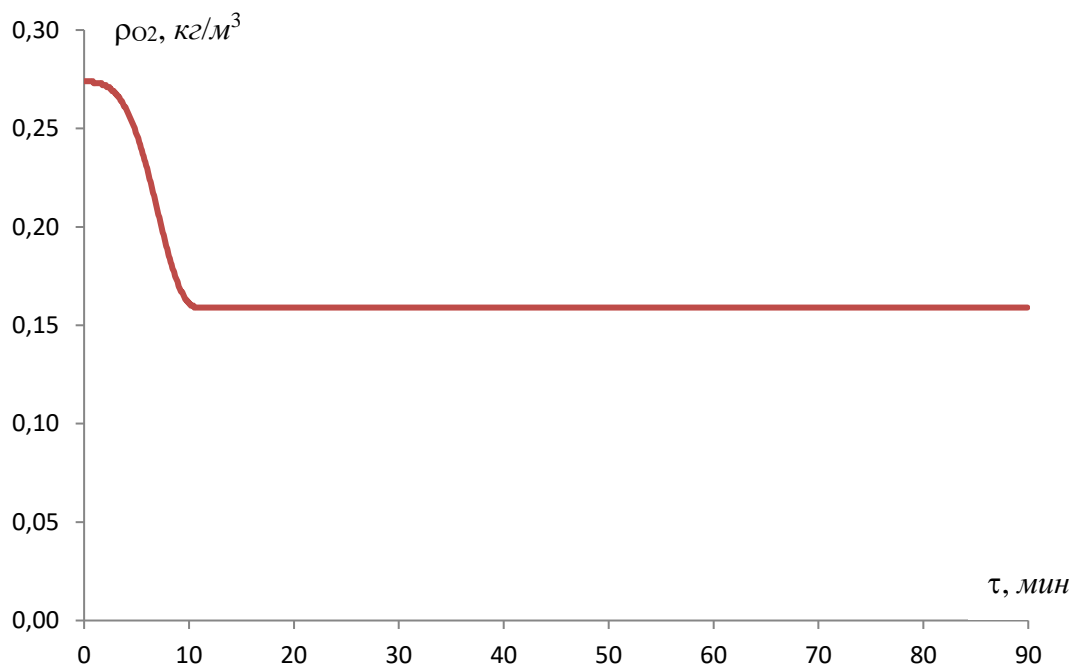


Рис. 3. Зависимость от времени среднеобъёмной парциальной плотности кислорода в случае горения кабелей НГ внутри кабельного короба (сценарий №1)

Анализ результатов расчётов показал, что выгорание массы кислорода внутри короба до концентрации, меньшей низшего концентрационного предела горения, произошло через 10,5 мин от начала горения. При этом максимальная температура внутренней поверхности стенки кабельного короба равнялась 145,5 °С, что существенно меньше критической величины для стальной стенки $T_{кр} = 500$ °С. Поэтому разгерметизации короба не происходит.

При сценарии № 2 предполагаем наиболее опасный вариант:

- кабельный короб, в котором находятся горящие кабели одного канала СБ, полностью разгерметизирован;
- максимальная длина участка разгерметизации короба: $L = 20$ м;
- максимальный объём горючей массы внутри короба: $V_{г} = 7$ л/м;
- короб другого канала СБ находится над участком разгерметизации короба горящих кабелей первого канала СБ;
- температура газовой среды на наружной поверхности стального короба второго канала СБ, расположенной над источником горения, равна температуре пламени кабелей НГ 900 °С и остаётся постоянной в течение 120 мин.

На рис. 4 представлены зависимости температур в наиболее нагретом сечении стальной стенки верхнего короба одного канала СБ при воздействии на него теплового потока от разгерметизированного кабельного короба другого канала СБ (сценарий №2).

Из рис. 4 видно, что максимальная температура внутренней поверхности стенки кабельного короба существенно меньше критической величины для стальной стенки $T_{кр} = 500$ °С и температуры воспламенения изоляции кабелей НГ $T_{кр} = 400$ °С. Поэтому горения внутри короба, находящегося над участком разгерметизации нижнего короба, не происходит.

Однако для повышения надёжности независимой работы каналов СБ металлические крепления кабельных коробов необходимо обработать огнезащитным составом с пределом огнезащитной эффективности 120 мин.

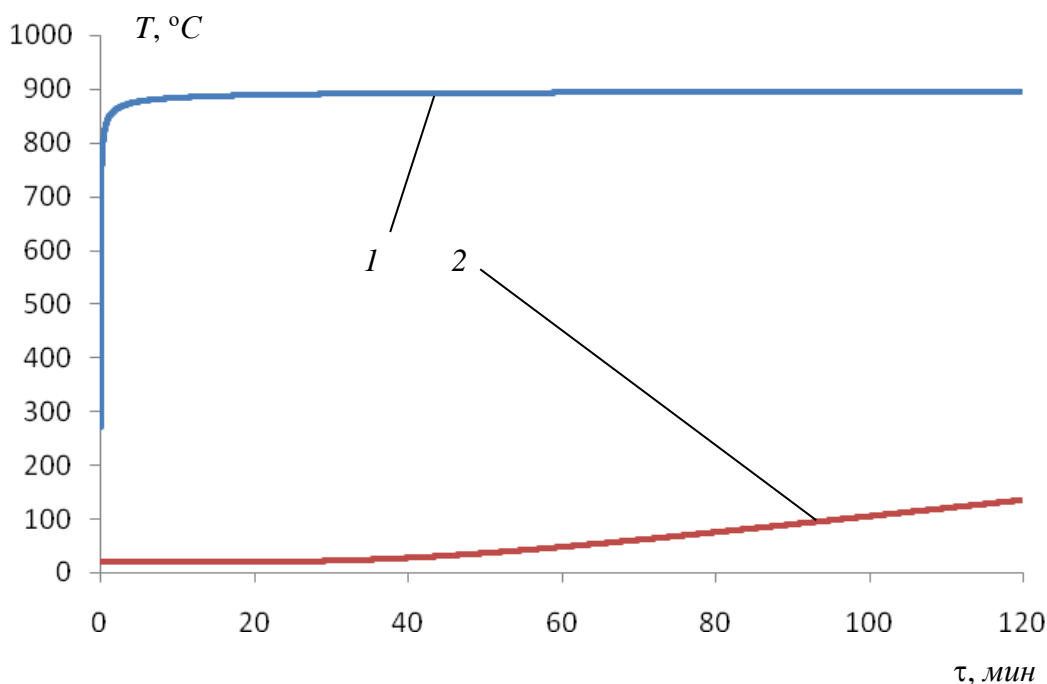


Рис. 4. Зависимости температур в наиболее нагретом сечении стальной стенки верхнего короба одного канала СБ при воздействии на него теплового потока от разгерметизированного кабельного короба другого канала СБ (сценарий №2):
 1 – максимальная температура наружной (огневой) поверхности огнезащитного вспучивающегося силиконового покрытия "Силотерм ЭП-6";
 2 – внутренняя поверхность стальной стенки кабельного короба

Заключение

Внутри пожарных зон АЭС в помещениях, в которых размещены несколько каналов СБ, в соответствии с принципом пассивной противопожарной защиты необходимо научное обоснование недопущения выхода из строя более одного канала СБ при наиболее опасных сценариях развития "реального" пожара без учёта действия активных систем противопожарной защиты. При этом наиболее сложной задачей является выбор наиболее опасных сценариев пожара.

Литература

1. Энергобудущее. Перспективные технологии. Хрестоматия. М.: изд-во МЭИ, 2018. 122 с.
2. СП 13.13130.2009. Атомные станции. Требования пожарной безопасности.
3. Пузач С.В., Лебедченко О.С., Сизухин С.В. Обоснование технологии пассивной противопожарной защиты основных зданий АЭС с водо-водяными реакторами на основе расчёта фактических пределов огнестойкости ограждающих конструкций // Пожары и чрезвычайные ситуации. 2020. № 1. С. 22-29.
4. Пузач С.В., Лебедченко О.С. Математическое моделирование динамики опасных факторов пожара при пассивной противопожарной защите в основных зданиях атомных электростанций с водо-водяными реакторами: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 304 с.
5. Пузач С.В. Интегральные, зонные и полевые методы расчёта динамики опасных факторов пожара. Свидетельство об официальной регистрации программы № 2006614238 в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам от 8.12.2006 г.

И.П. Елтышев, И.Р. Бегиев

ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ ХЛАДАГЕНТА R-365MFC

Рассмотрен хладагент R-365mfc (C4F5H5, 1,1,1,3,3-пентафторбутан) и его свойства. Показано, что для него неизвестны показатели пожаровзрывоопасности. Для газоздушных смесей R-365mfc на установке "Вариант" экспериментально установлены концентрационные пределы распространения пламени. Сделан вывод, что R-365mfc может безопасно применяться в холодильном и климатическом оборудовании только при низкий концентрационных пределах распространении пламени.

Ключевые слова: хладагент, 1,1,1,3,3-пентафторбутан, пожар, взрыв, опасность.

I.P. Yeltyshev, I.R. Begishev

INDICATORS OF FIRE AND EXPLOSION HAZARD OF REFRIGERANT R-365MFC

In this paper, the refrigerant R-365mfc (C4F5H5, 1,1,1,3,3-pentafluorobutane) and its properties are considered. It is shown that fire and explosion hazard indicators are unknown for it. For R-365mfc gas-air mixtures, the concentration limits of flame propagation have been experimentally established at the "Variant" installation. It is concluded that R-365mfc can be safely used in refrigeration and climate equipment only at low concentration limits of flame propagation.

Key words: refrigerants, 1,1,1,3,3-pentafluorobutane, fire, explosion, hazard.

В современном мире холодильного и климатического оборудования широко распространены хладагенты класса гидрофторуглеродов (ГФУ), такие как: R-134a, R-125, R-23, R-227ea, R-365mfc и др. Данные хладагенты обладают хорошими термодинамическими свойствами, некоторые из них обладают способностью к тушению пламени. Однако, несмотря на свои сильные стороны, данные хладагенты являются небезопасными с точки зрения экологии. Каждый из упомянутых хладагентов имеет нулевое значение озоноразрушающего потенциала (ОРП), но обладает высоким показателем глобального потепления (ПГП). Значение ПГП озонобезопасных хладагентов приведено в табл. 1.

Таблица 1

Значение Потенциала глобального потепления озонобезопасных хладагентов

Хладагент	Потенциал глобального потепления (ПГП)
ГФУ-134a	1370
ГФУ-125	3420
ГФУ-23	14200
ГФУ-227ea	3580
ГФУ-365mfc	2520

Исходя из данных таблицы видно, что представленные хладагенты вносят существенный вклад в увеличения парникового эффекта. В связи с этим данные хладагенты, в соответствии с Кигалийской поправкой к Монреальскому Протоколу о веществах, разрушающих озоновый слой Земли [1], попадают под ограничение производства. Но, в виду того, что большинство холодильного и климатического оборудования работают, используя данные хладагенты в качестве теплоносителей, полностью вывести их из оборота не предоставляется возможным.

Большинство из представленных хладагентов являются негорючими, кроме *R-365mfc*. По современным данным для *R-365mfc* есть только упоминание в [2] о том, что он является горючей жидкостью и горючим газом, соответственно, но его показатели пожаровзрывоопасности неизвестны. Из-за этого при работе с данным хладагентом возникает необходимость в увеличении затрат на пожаро-и взрывобезопасность холодильного и климатического оборудования.

Настоящая работа посвящена определению показателей пожаровзрывоопасности хладагента *R-365mfc* для понимания опасности данного хладагента.

R-365mfc ($C_4F_5H_5$, 1,1,1,3,3-пентафторбутан) жидкий фторуглерод с температурой кипения $t_{кип} = 41,3$ °C, используется для широкого круга применений для пенополиуретанов, растворителей, а также в качестве теплоносителя для холодильных и климатических установок. Является заменой хладагенту *R-141b*. Для определения его показателей пожаровзрывоопасности было предложено провести исследование на экспериментальной установке "Вариант", соответствующей стандарту [3], схема которой приведена на рис. 1. Установка позволяет определять концентрационные пределы распространения пламени по горючей газовой смеси, максимальное развиваемое при взрыве давление, скорость нарастания давления взрыва, давление в реакционном сосуде после проведения эксперимента. Испытания на установке "Вариант" проводились при атмосферном начальном давлении и комнатной начальной температуре.

В результате исследований были проведены эксперименты по определению концентрационных пределов распространения пламени смеси "пентафторбутан – воздух" при атмосферном начальном давлении.

Данные концентрационных пределов распространения пламени, представлены в табл. 2.

Как следует из представленных в табл. 2 данных, концентрационные пределы распространения пламени в смеси *R-365mfc* – воздух составляют 9,5 % об. – 17,5 % об.

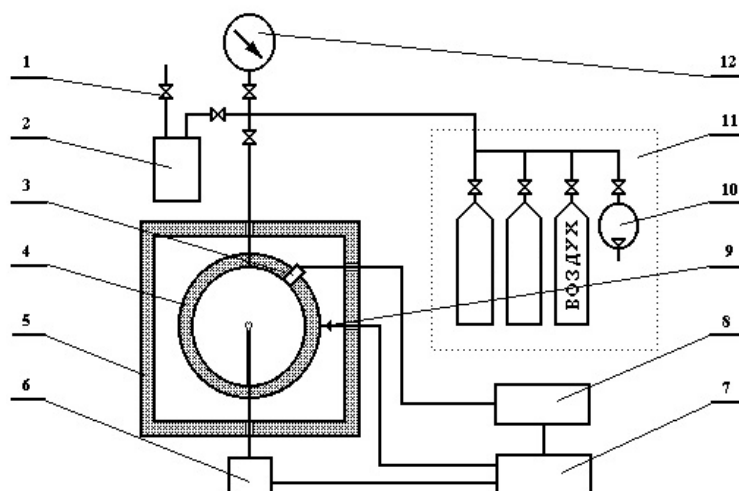


Рис. 1. Схема установки "Вариант":

1 – кран; 2 – парогенератор; 3 – датчик давления; 4 – реактор; 5 – термостат;
 6 – система зажигания; 7 – пульт управления; 8 – осциллограф; 9 – терморара;
 10 – вакуумный насос; 11 – система напуска; 12 – вакуумметр

Таблица 2

Определение концентрационных пределов распространения пламени в смеси пентафторбутан – воздух

№ п/п	$C_4F_5H_5$, % об.	Воздух, % об.	Результат
1	8,0	92,0	Смесь не горит
2	9,0	91,0	Смесь не горит
3	10,0	90,0	Смесь горит
4	12,0	88,0	Смесь горит
5	13,0	87,0	Смесь горит
6	14,0	86,0	Смесь горит
7	15,0	85,0	Смесь горит
8	16,0	84,0	Смесь горит
9	17,0	83,0	Смесь горит
10	18,0	82,0	Смесь не горит

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что хладагент *R-365mfc* способен к распространению пламени при высоких концентрациях, что в свою очередь позволяет безопасно его применять только при низких концентрациях в холодильном и климатическом оборудовании.

Благодаря проведённым исследованиям были получены показатели пожаровзрывоопасности хладагента *R-365mfc*, появилась ясность на сколько данный хладагент является опасным.

В дальнейшей работе исследования данного хладагента продолжатся, будут проведены расчёты значений максимальной нормальной скорости горения и удельной теплоты сгорания хладагента *R-365mfc*, чтобы определить к какому классу пожарной опасности относится данный хладагент.

Литература

1. The Kigali Amendment: The amendment to the Montreal Protocol agreed by the Twenty-Eighth Meeting of the Parties (Kigali, 10-15 October 2016) // Ozone. unep.org. <http://ozone.unep.org/montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer/81853/2197>
2. Максимов, Б.Н., Барабанов В.Г., Серушкин И.Л. и др. Промышленные фторорганические продукты. СПб.: Химия, 1996. 544 с.
3. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

П.С. Копылов, И.Р. Бегушев

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРФТОРИЗОГЕКСЕНОВ В КАЧЕСТВЕ ГАЗОВЫХ ОГNETУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ

Обсуждаются последствия ратификации Кигалийской поправки к Монреальскому протоколу о веществах, разрушающих озоновый слой Земли Российской Федерацией применительно к сектору газовых средств пожаротушения. Показана экономическая эффективность замены наиболее широко используемых газовых огнетушащих веществ (являющегося парниковым газом хладона 227еа и фторированного кетона ФК 5-1-12) на огнетушащее вещество из группы перфторизогексенов.

Ключевые слова: тушение, газ, эффективность, стоимость.

P.S. Kopylov, I.R. Begishev

THE EFFECTIVENESS OF APPLICATION OF PERFLUOROISOHEXENES AS GASEOUS FIRE EXTINGUISHING MEDIA

The consequences of ratification of the Kigali Amendment to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer of the Earth by the Russian Federation in relation to the sector of gaseous fire extinguishing means are discussed in the paper. The economic efficiency of replacing the most widely used gaseous extinguishing agents (greenhouse gas HFC 227ea and fluorinated ketone FC 5-1-12) with a fire extinguishing agent from the perfluoroisohexene group is shown.

Key words: extinguishing, gas, effectiveness, cost.

Согласно Кигалийской поправке к Монреальскому протоколу о веществах, разрушающих озоновый слой Земли [1], ряд химических соединений, применяемых в качестве газовых огнетушащих веществ (ГОТВ) (хладон 23, хладон 125, хладон 227еа), попадает под ограничения производства, поскольку обладает большим потенциалом глобального потепления. Российская Федерация приняла Кигалийскую поправку постановлением Правительства от 25 марта 2020 г. № 333, в соответствии с которым для России поправка вступила в силу с 1 января 2021 г. Соответственно, с 2020 г. производство пожаротушащих хладонов в России сократилось на 5 %, с 2025 г. сократится на 35 %, с 2029 г. – на 70 %, с 2034 г. – на 80 %, и к 2036 г. объём производства должен уменьшиться на 85 %. При этом в настоящее время известны всего лишь четыре ГОТВ, соответ-

ствующие современным экологическим требованиям, в частности, критерию времени жизни в атмосфере (не более 181 дня): $C_6F_{12}O$, CF_3I , C_3F_7I и $CF_3CBr=CH_2$. Они не попадают под действие Кигалийской поправки, но имеют ряд серьёзных недостатков, среди которых высокая стоимость, токсичность и в ряде случаев низкая огнетушащая эффективность.

Проводимые в последнее время исследования показали высокую огнетушащую эффективность такого класса химических соединений, как перфторизогексены C_6F_{12} (перфтор-2-метилпентен-2 и перфтор-4-метилпентен-2) [2]. Как следует из экспериментальных данных по определению минимальной огнетушащей концентрации (МОК) этих веществ по отношению к горению *n*-гептана, представленных на рис. 1, перфтор-2-метилпентен-2 обладает минимальной огнетушащей концентрацией в $3,3 \pm 0,1$ % об., а для перфтор-4-метилпентена-2 МОК равна $3,5 \pm 0,1$ % об., что существенно ниже, чем у ближайших аналогов и близко к значениям огнетушащей концентрации наиболее эффективных газовых огнетушащих веществ – бромхладонов, производство которых запрещено из-за наличия у них озоноразрушающих свойств.

При этом перфторизогексен имеет короткое время жизни в атмосфере и, следовательно, не является парниковым газом. Также он обладает низкой токсичностью (порог наблюдаемого отрицательного воздействия на организм человека превышает огнетушащую концентрацию перфторизогексена почти в 2,5 раза).

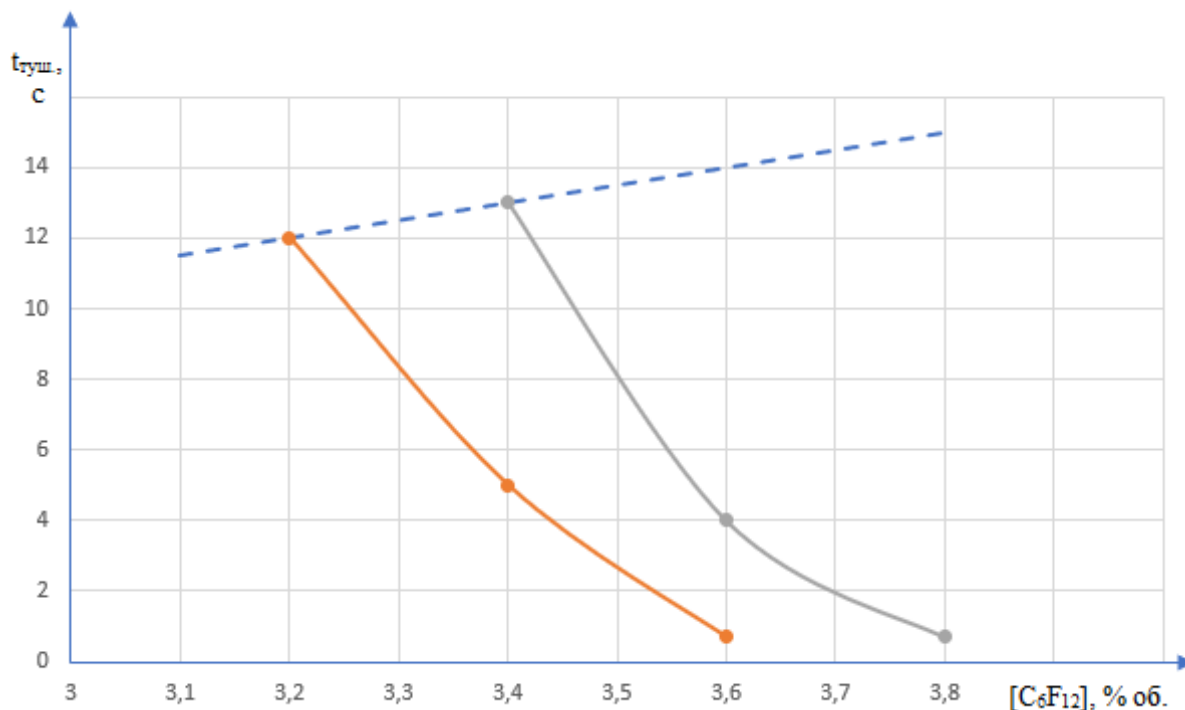


Рис. 1. Огнетушащая концентрация C_6F_{12} по отношению к горению *n*-гептана.
1 – перфтор-2-метилпентен-2; 2 – перфтор-4-метилпентен-2.

Оценим экономический эффект от внедрения C_6F_{12} в установки автоматического пожаротушения. На 2018 г. рынок пожаротушения в Российской Федерации составлял 12,8 млрд рублей, из которых на установки автоматического пожаротушения (модули), включающие в себя установки порошковые, газовые, пенные и тонко распылённой воды (ТРВ), приходилось порядка 58 % [3].

Согласно [3], 7 % рынка модулей пожаротушения в 2018 г. занимал хладон 227ea, являющийся парниковым газом и подпадающий под действие Кигалийской поправки. Исходя из стоимости 930 руб./кг этого вещества, получаем, что стоимость модулей с его применением составит 490 млн рублей. Цена перфторизогексена на 10 % меньше, чем у фторированного кетона ФК 5-1-12, которая составляет 2272 руб./кг, а его огнетушащая эффективность более чем на 40 % превышает аналогичный показатель хладона 227ea; тогда модули с использованием перфторизогексена обойдутся в 473,5 млн рублей. Отсюда легко увидеть, что при полной замене хладона 227ea на C_6F_{12} , помимо решения экологических проблем, достигается экономический эффект в 16,5 млн рублей в год.

Ещё больший экономический эффект может быть достигнут при полной замене перфторизогексеном фторированного кетона ФК 5-1-12, модули с использованием которого занимают 9 % рынка средств пожарной автоматики [3]. Расчёт показал, что стоимость модулей с его применением составит 626,4 млн руб. С учётом того, что минимальная огнетушащая концентрация $C_6F_{12}O$ (фторированный кетон ФК 5-1-12) при тушении *n*-гептана составляет $4,5 \pm 0,1$ % об. [4], эффективность C_6F_{12} выше на 16 % и, как уже отмечалось, перфторизогексен на 10 % дешевле ФК 5-1-12. Тогда общий экономический эффект от полной замены фторированного кетона на перфторизоксен составит 152,9 млн руб., что представляет собой общую экономию рынка пожаротушения 1,2 % в год.

Таким образом, при внедрении перфторизогексена в качестве газового огнетушащего вещества, помимо решения экологической проблемы парникового воздействия на атмосферу можно достичь существенного экономического эффекта и сокращения объёмов использования газовых огнетушащих веществ за счёт применения более эффективного продукта.

Литература

1. The Kigali Amendment: The amendment to the Montreal Protocol agreed by the Twenty-Eighth Meeting of the Parties (Kigali, 10-15 October 2016) // Ozone. unep. org. <http://ozone.unep.org/montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer/81853/2197>
2. Копылов П.С. Огнетушащая эффективность перфторизогексенов // Пожарная безопасность. 2021. № 1 (102). с. 47-53
5. Рынок автоматических установок пожаротушения (отчёт) // Профессиональные комплексные решения. <https://prcs.ru/analytics-article/rynok-avtomaticheskikh-ustanovok-pozharotusheniya/>
4. Carnazza B.P., Owens J.G., Rivers P.E., Schmeer J.S. FK-5-1-12 Performance Characteristics: Recent Developments // Papers from 1991-2004 Halon Option Technical Working Conferences. Gaithersburg: NIST, NIST SP 984-2, 2004. 11 p.

А.П. Сатин, В.А. Аристархов, П.С. Гришанков, В.А. Дайнес
АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ
ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС РОССИИ

Предложен подход к оценке обеспеченности подразделений материально-техническими средствами территориальных органов МЧС России. На примере территориального органа МЧС России предложен пример оценки обеспеченности по предлагаемым методикам. Сделан вывод об актуальности дальнейших исследований и определения порядка расчёта обеспеченности подразделений МЧС России материально-техническими средствами как в масштабе отдельных подразделений, так и на уровне территориальных органов МЧС России.

Ключевые слова: обеспеченность, оценка, категории, образцы.

A.P. Satin, V.A. Aristarkhov, P.S. Grishankov, V.A. Daynes
ALTERNATIVE ASSESSMENT OF THE AVAILABILITY
OF MATERIAL AND TECHNICAL MEANS
OF THE UNITS OF EMERCOM OF RUSSIA

An approach to assessing the availability of material and technical means of the territorial bodies of EMERCOM of Russia is proposed. On the example of the territorial body of EMERCOM of Russia, an example of assessing security according to the proposed methods is proposed. The conclusion is made about the relevance of further research and determination of the procedure for calculating the provision of the units of EMERCOM of Russia with material and technical means both on the scale of individual units and at the level of territorial bodies of the Russian Emergencies Ministry.

Key words: need, assessment, category, standard.

В целях обеспечения готовности подразделений МЧС России к выполнению задач по предназначению органами управления и должностными лицами решаются различные задачи материально-технического обеспечения. К числу основных задач относится задача определения потребности в материально-технических средствах (МТС) [1]. Задача определения потребности в МТС напрямую связана с расчётом обеспеченности подразделений МТС, в том числе расчётом обеспеченности техникой, проводимом в ходе оценки деятельности территориальных органов МЧС России [2].

Обеспеченность (Об) определяется как отношение количества техники, имеющейся в наличии (так называемое списочное количество) $N_{сп}$ в подразделениях к количеству техники, нормируемой законодательством (так называемой нормативной потребности) $N_{нп}$, определяется по формуле:

$$Об = \frac{N_{сп}}{N_{нп}}. \quad (1)$$

Общая обеспеченность территориального органа МЧС России – Об_{ТО}, включающего в себя большое количество подразделений, как правило складывается из суммарной обеспеченности подразделений, входящих в территориальный орган:

$$\text{Об}_{\text{ТО}} = \frac{(N_{\text{сп1}} + N_{\text{сп2}} + \dots + N_{\text{спn}})}{(N_{\text{НП1}} + N_{\text{НП2}} + \dots + N_{\text{НПn}})} = \sum_{i=1}^n \frac{N_{\text{сп}i}}{N_{\text{НП}i}}, \quad (2)$$

где $N_{\text{сп1}}, N_{\text{сп2}}, \dots, N_{\text{спn}}$ – списочное количество рассчитываемого вида (типа) МТС в подразделениях;

$N_{\text{НП1}}, N_{\text{НП2}}, \dots, N_{\text{НПn}}$ – нормативное количество рассчитываемого вида (типа) МТС.

В списочное количество пожарной техники и других материально-технических средств могут входить образцы, не предусмотренные табелем оснащённости подразделения, использование которых не допускается, а также образцы, по своему техническому состоянию относящиеся к V-й категории и подлежащие высвобождению [1]. Таким образом, при оценке подразделений по формулам (1) и (2) значение обеспеченности подразделений МТС будет не корректным, то есть не в полной мере отражать реальную боеспособность подразделения.

Иные подходы к оценке обеспеченности исследовались в работах различных авторов [3-5]. В настоящее время в действующих нормативных документах МЧС России пока не определен порядок определения потребности в МТС, что актуализирует проблему разработки универсального алгоритма для оценки обеспеченности подразделений МТС, обеспечивающего объективность проводимых расчётов.

Предлагается исключать из расчётов образцы МТС, не предусмотренные табелями оснащённости (излишествовавшие образцы), а также образцы МТС, подлежащие высвобождению и относящиеся к V-й категории. Таким образом расчёт обеспеченности подразделения видом (типом) МТС предлагается производить по формуле:

$$\text{Об} = \frac{(N_{\text{I}} + N_{\text{II}} + N_{\text{III}} + N_{\text{IV}})}{N_{\text{НП}}} = \frac{\sum_{i=I}^{\text{IV}} N_i}{N_{\text{НП}}}, \quad (3)$$

где $N_{\text{I}}, N_{\text{II}}, N_{\text{III}}, N_{\text{IV}}$ – количество образцов рассчитываемого вида (типа) МТС, предусмотренных табелем обеспеченности и относящихся соответственно к I, II, III или IV-й категориям по техническому состоянию;

$N_{\text{НП}}$ – нормативное количество рассчитываемого вида (типа) МТС.

Используя зависимость (3), модернизируем формулу расчёта общей обеспеченности территориального органа МЧС России в состав которого входит k подразделений соответствующим видом (типом) МТС:

$$\text{Об}_{\text{ТО}} = \frac{\sum_{k=1}^n \sum_{i=4}^4 N_i}{\sum_{k=1}^n N_{\text{НПК}}}, \quad (4)$$

где N_i – количество образцов рассчитываемого вида (типа) МТС, предусмотренных табелем обеспеченности и относящихся соответственно к i -й категории по техническому состоянию;

$N_{\text{НПК}}$ – нормативное количество рассчитываемого вида (типа) МТС, установленного для k -го подразделения.

Для верификации предложенного расчёта произведён вычислительный эксперимент на примере территориального органа, в состав которого входит четыре подразделения.

В табл. 1 представлены данные по количеству техники подразделений с учётом её категорирования. В двух последних столбцах представлены результаты расчёта обеспеченности по существующей и предлагаемой методикам.

Таблица 1

Сравнение результатов расчётов обеспеченности МТС

Наименование подразделения	Количество МТС рассчитываемого вида (типа), шт.								Обеспеченность по формулам (1)-(2)	Обеспеченность по формулам (3)-(4)	
	В соответствии с табелем оснащённости	В наличии									
		всего	в том числе по назначению		в том числе по категориям						
					I	II	III	IV			V
Подразделение № 1	10	11	штатные	10	1	6	1	1	1	110 %	90 %
			излишественные	1		1					
Подразделение № 2	6	5	штатные	5	1	1	1	1	1	83 %	67 %
			излишественные								
Подразделение № 3	9	9	штатные	6		3	2		1	100 %	56 %
			излишественные	3		3					
Подразделение № 4	4	5	штатные	4	1	3				125 %	100 %
			излишественные	1		1					
Итого	29	30	штатные	25	3	13	4	2	3	103 %	76 %
			излишественные	5		5					

Результаты верификации показывают, что в ряде случаев реальная обеспеченность значительно отличается от расчётной.

Итоговое расхождение результатов расчётов обеспеченности пожарной техники и других материально-технических средств для исследуемого территориального органа составляет 27 %. Расчёты обеспеченности по подразделениям, входящим в состав территориального органа, различаются ещё более значительно (в подразделении 3 расхождение составляет 44 %). Это приводит к ошибочному представлению о боеготовности подразделения и, в конечном итоге, будет влиять на принятие решения о необходимости доукомплектования подразделений пожарной техникой и техническими средствами.

В работе предложен подход к оценке обеспеченности подразделений и территориальных органов МЧС России пожарной техникой и другими материально-техническими средствами. Выявлена проблема оценки обеспеченности подразделений и предложена методика её решения. Удобность использования предлагаемой методики в деятельности подразделений МЧС требует проведения дальнейших исследований, в части порядка расчёта обеспеченности подразделений МЧС России МЧС в разрезе как отдельных подразделений, так и территориальных органов МЧС России.

Литература

1. Приказ МЧС России от 1 октября 2020 г. № 737 "Об утверждении Руководства по организации материально-технического обеспечения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий".
2. Приказ МЧС России от 17 июня 2020 г. № 444 "Об организации проведения оценки деятельности территориальных органов МЧС России".
3. Аристархов В.А. Оценка обеспеченности подразделений МЧС России пожарной и аварийно-спасательной техникой // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2020. № 2. С. 66-71. <http://doi.org/10.25257/FE.2020.2.66-71>
4. Тараканов Д.В., Шкунов С.А., Роевко В.В., Соколов С.В., Арутюнян Д.А. Ранжирование вариантов переоснащения парка основных пожарных автомобилей на основе критерия оперативной готовности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2018. № 2. С. 49-54.
5. Шкунов С.А., Зайченко Ю.С., Роевко В.В., Соколов С.В., Тараканов Д.В. Методологические основы переоснащения парка основных автомобилей пожарно-спасательных гарнизонов // Матер. междунар. науч.-практ. конф. "Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области пожарной безопасности". М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. С. 468-471.

А.П. Сатин, Е.В. Рябинин, В.А. Дайнес
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА
ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

Актуализирована проблема технического оснащения подразделений МЧС России. Кратко описаны основные методики выбора специального оборудования, их особенности и недостатки. Предлагается методика выбора на примере гидравлического аварийно-спасательного инструмента. Установлено, что методика, основанная на применении комплексного критерия эффективности использования оборудования пригодна для выбора аварийно-спасательного инструмента.

Ключевые слова: оснащение, эффективность, методика, комплексный критерий.

A.P. Satin, Y.V. Ryabinin, V.A. Daynes
SOME FEATURES OF THE CHOICE
OF FIRE-TECHNICAL WEAPONS

The problem of technical equipment of units of the Ministry of Emergency Situations of Russia is actualized. The main methods of selecting special equipment, their features and disadvantages are briefly described. The method of selection is proposed on the example of a hydraulic emergency rescue tool. It has been established that the methodology based on the application of a comprehensive criterion for the efficiency of the use of equipment is suitable for the selection of an emergency rescue tool.

Key words: equipment, efficiency, methodology, complex criterion.

Для проведения аварийно-спасательных работ подразделения МЧС России используют специальное оборудование, в том числе гидравлический аварийно-спасательный инструмент (ГАСИ).

В настоящей работе предлагается обзор методик выбора такого оборудования в современных условиях. Для выбора наиболее эффективного гидравлического аварийно-спасательного инструмента применяют несколько методических подходов [1-3].

Выбор и определение эффективности ГАСИ как правило начинается с алгоритма попарного сравнения технических характеристик оборудования, поскольку он не предполагает финансовых затрат и позволяет разделить параметры выбора на основные и дополнительные. Такая методика применима, когда основе тактико-технических характеристик, заявленных производителем, можно чётко определить надёжное и долговечное пожарно-техническое вооружение (ПТВ).

Для сопоставления и оценки эффективности ГАСИ следует проводить оперативную оценку, которая заключается в определении показателя эффективности ГАСИ по данным, полученным в результате проведения натурных испытаний на территории подразделения [2]. Использование данной методики требует увеличения числа критериев выбора ГАСИ. Эффективность ГАСИ определяется суммированием скоростей реализации

базовых операций, сведённых к стоимости и массе ГАСИ. Этого может быть недостаточно для определения наиболее предпочтительного инструмента, так как не учтены показатели его надёжности. Не каждое подразделение способно провести испытания. Не представляется возможным выбор другого ПТВ (например, пожарных рукавов (ПР) и средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД)).

Метод достаточно универсален, поскольку построен на общепризнанных методах аналогии и анализа размерностей сравниваемых показателей, в нём сформирован условный комплект ГАСИ, имеющий максимальные значения эффективности по сравнению с другими комплектами. При этом не учтены требования к показателям надёжности (вероятности отказа) как отдельных образцов, так и комплектов инструмента в целом. На основе данного подхода затруднительно создать методику, учитывающую надёжность применения ПТВ.

Наиболее предпочтительна может быть методика, основанная на расчёте показателя вероятности безотказной работы оборудования, опираясь на закон распределения Вейбулла. Одной из основных проблем, при работе с данной методикой, является определение вероятности безотказной работы оборудования к концу срока эксплуатации с учётом возникновения внезапных отказов. Недостатком является сложность и точность проводимых расчётов.

В работе [3] предлагается подход к выбору различного оборудования, основанный на определении критерия качества оборудования и оценке его эффективного применения. Возможен выбор различного сложного оборудования, но не учтены показатели надёжности оборудования.

Методика, изложенная в [4], также может быть применена с целью выбора ПТВ для ликвидации последствий ЧС, но она ориентирована на эффект использования оборудования, который оценивается вероятностью выполнения поставленной задачи. Проработан вопрос надёжности, но упущена собственно эффективность (польза) применения выбранного оборудования, т.к. вероятность технической подготовки и готовность оборудования к выполнению задач не может достаточно полно охарактеризовать выбранный комплект оборудования с экономической точки зрения (капитальные и эксплуатационные затраты на закупку и обслуживание ПТВ соответственно).

Несмотря на достаточную разработанность вопроса определения наиболее эффективного (предпочтительного) ГАСИ, вопрос выбора остаётся открытым, поскольку конкретные научно обоснованные методики определения их надёжности и предпочтительности отсутствуют. Можно предположить, что при выборе оборудования необходимо основываться на тактико-технических характеристиках оборудования, представленных

фирмами-производителями и на личном опыте руководства подразделений. Для этого целесообразно воспользоваться одним из эвристических методов или иерархической процедурой оценивания. Различные её модификации применялись в работах Малыгина И.Г., Сальникова С.Н. и др. [5].

В процедурах подтверждения соответствия оборудования, в том числе и пожарно-технического вооружения, к экспертным методам, у которых имеется множество достоинств и недостатков, связанных со сложностями нахождения достаточного количества экспертов, процедур получения информации и формирования итогового мнения группы по индивидуальным суждениям экспертов, возможность давления авторитетов в группе и т.п. Основное преимущество этих методов – возможность разностороннего анализа проблем на ранних стадиях (при отсутствии показателей надёжности).

Критерии надёжности ПТВ во многом зависят от принятого за основу нормативного документа, где значения требуемой вероятности безотказной работы сильно отличаются или вовсе отсутствуют. Имеющиеся различные варианты отбора ГАСИ рассматривают, в основном, либо стоимость и массу, либо технические параметры, представленные фирмами-производителями. Существует проблема методической поддержки выбора оборудования.

Возникает необходимость в разработке методики обоснования технического оснащения подразделений МЧС России для ликвидации ЧС позволяющей сформировать обобщённый критерий, руководствуясь которым существенно сократится время и трудоёмкость, затрачиваемые на выбор техники и оборудования. Она может опираться на методологию, основывающуюся на концепции "польза-вред". Для обоснования оправданности практической деятельности Международная комиссия по радиологической защите предлагает проводить анализ каждого варианта решения для определения такого из них, который будет приносить больше пользы, чем вреда. Процесс обоснования оправданности требуется как для начала практической деятельности, так и для уже существующих её видов, в свете обновления сведений об их эффективности и последствиях.

Для практической реализации приведённых методик на примере ГУ МЧС России по Калужской области опробована методика обоснования технического оснащения подразделений. С научной точки зрения методика представляет модификацию критерия Вальда и некоторых механизмов управления безопасностью и риском.

Исходными данными для расчёта надёжности послужили показатели надёжности, параметры законов распределения характеристик надёжности ПТВ, полученные в процессе его эксплуатации. Источниками исходных данных послужили статистические данные, характеризующие параметры операций по техническому обслуживанию и ремонту, собранные в процессе эксплуатации.

Выбранная методика, основана на использовании комплексного критерия эффективности W , который представлен как отношение математического ожидания ущерба от внезапного прекращения работы (отказа) к сумме надёжного показателя и затрат на проведение регламентных работ по техническому обслуживанию и ремонту ПТВ. На основе комплексного критерия осуществляется ранжирование предпочтительности оснащения тем или иным ПТВ (чем выше значение W , тем выше ранг варианта оснащения). Ниже приведено обоснование применимости данного комплексного критерия.

Данные статистики и послужили исходными данными для расчёта комплексного критерия эффективности W применения ПТВ для ликвидации последствий ЧС на специальном транспортном средстве (для ГАСИ) – табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследований по выбору ГАСИ для Калужской области				
Показатель	Наименование комплектов ГАСИ			
	"Простор"	"Спрут"	"Медведь"	"Агрегат"
Вероятность отказа Q	0,036	0,017	0,029	0,200
Вероятность безотказной работы P	0,964	0,983	0,971	0,800
Техногенный риск B , руб.	614119,44	290000,85	494707,33	3411774,67
Затраты на снижение техногенного риска G , руб.	54341			
Ущерб V , руб.	17058873,37			
Общая относительная польза применения ГАСИ, W	25,52	49,54	31,07	4,92
Результат ранжирования	3	1	2	4

В расчётах использован период времени с 1 января 2016 г. по 1 января 2020 г., приведённый в пересчёте на 1 год.

Для визуализации полученных результатов построена гистограмма, отражающая относительную пользу применения ГАСИ в ГУ МЧС России по Калужской области (рис. 1).

Предлагаемая методика определения комплексного критерия эффективности применения ГАСИ для ликвидации последствий ЧС на специальном транспортном средстве, позволила выбрать комплект "Спрут" для технического оснащения подразделений Калужской области. Также проведено ранжирование альтернатив, в результате которого альтернативным вариантом ГАСИ "Медведь".

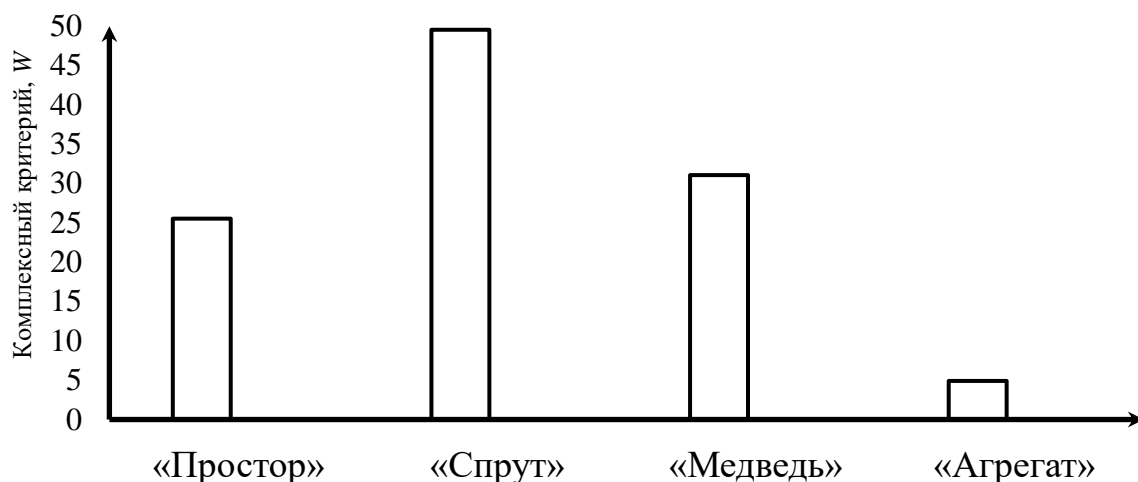


Рис. 1. Комплексный критерий эффективности эксплуатации гидравлического аварийно-спасательного инструмента ГУ МЧС России по Калужской области

Сложившаяся практика по проведению государственных закупок для нужд различных министерств и ведомств основана на анализе конкурсной документации, главным критерием отбора оборудования в которой является минимальная стоимость, а также величина эксплуатационных затрат. Такой подход не при закупке оборудования, в том числе ГАСИ, не всегда объективен, учитывая специфичность, а зачастую и уникальность требуемого оборудования.

Необходимость разработки методики технического оснащения подразделений МЧС России для ликвидации ЧС на специальном транспортном средстве очевидна, актуальность подобных исследований не вызывает сомнения. Проблема технического оснащения подразделений, особенно в долгосрочной перспективе, на уровне стратегического планирования требует дополнительных исследований.

Литература

1. Одинцов Л.Г., Крутелёв В.Г. Гидравлический аварийно-спасательный инструмент // Противопожарные и аварийно-спасательные средства. 2004. № 2. http://www.secuteck.ru/articles2/firesec/odincov_krutelev.html
2. Одинцов Л.Г., Тодосейчук С.П., Парамонов В.В. Сравнительная оценка эффективности ГАСИ // Противопожарные и аварийно-спасательные средства. 2005. № 3. http://www.secuteck.ru/articles2/firesec/odincov_todosejchuk_paramonov.html
3. Отчёт по сравнительным испытаниям гидравлического оборудования в отряде Центроспас. М.: МЧС России, 1997.
4. Малыгин И.Г. Методы принятия решений при разработке сложных пожарно-технических систем: дис. ... д-р техн. наук: 05.13.10; 05.25.05. СПб., 2004. 369 с.
5. Малыгин И.Г., Сальников С.Н. Методы принятия решения при разборке новых образцов пожарной техники: монография. СПб.: изд-во Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, 2002. 87 с.

П.В. Комраков, Т.П. Дialeктова, Т.А. Борисова
ВОЗМОЖНОСТЬ ИНЖЕКТИРОВАНИЯ НЕЙТРАЛЬНЫХ ГАЗОВ
В РАСТВОР ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ
ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Рассмотрены перспективные способы применения нейтральных газов методом инжектирования в раствор пенообразователя в целях повышения эффективности огнетушащих средств. Описан механизм тушения подобным способом. Изложены перспективные направления развития и проблемные вопросы в этой области.

Ключевые слова: эффективность тушения, пенные и газовые средства тушения, критическая и оптимальная интенсивности подачи.

P.V. Komrakov, T.P. Dialektova, T.A. Borisova
POSSIBILITY OF INJECTING NEUTRAL GASES
INTO THE FOAMING SOLUTION DURING EXTINGUISHING FIRE
OF FLAMMABLE LIQUIDS

The article discusses promising methods of using neutral gases by injecting a foaming agent into a solution in order to increase the effectiveness of fire extinguishing agents. The perspective directions of development and problem-atic issues in this area are stated.

Key words: extinguishing efficiency, foam and gas extinguishing agents, critical and optimal flow rates.

Основным средством тушения пожаров в резервуарах хранения нефтепродуктов является пена средней и низкой кратности, которую можно подавать как поверхностным, так и подслоиным способом подачи. В настоящее время во всём мире применяются воздушно-механической пены, получаемой с использованием фторированных плёнкообразующих пенообразователей.

В последнее время проводятся попытки внедрения для тушения пожаров на объектах хранения, транспортировки и переработки нефти и нефтепродуктов альтернативных средств и способов. Это применение жидких огнетушащих газов, газоаэрозольных и порошковых составов. Однако следует отметить, что их применение весьма ограничено.

Руководством по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках определено, что резервуары с плавающей крышей могут защищаться стационарными и передвижными установками, в частности, с подачей хладона (газа), расположенного в ёмкостях на плавающей крыше в кольцевой зазор и подачей низкократной пленкообразующей пены в слой горючего.

В работе [1] рассмотрено тушение пожаров диоксидом углерода. Способ тушения пожаров нефтепродуктов и полярных жидкостей в резервуарах твёрдым диоксидом углерода не является открытием авторов. Впервые об этом способе тушения упоминается в источнике [2] и несколь-

ко позднее в работах [3, 4]. Но исследования, проведенные в указанных работах достаточно общие и дают слабое качественное представление о механизмах тушения, что позволяет делать лишь общие выводы о возможности тушения горючих жидкостей твердым диоксидом углерода.

Тушение твердым диоксидом углерода показало эффективность в следующих частных случаях:

- тушение наступает быстрее в случае, если увеличен свободный борт резервуара: в этом случае над поверхностью образуется газовая подушка, которая создает более благоприятные условия изоляции поверхности жидкости от доступа кислорода воздуха; высокий борт ослабляет внешние конвективные потоки, что увеличивает устойчивость газового облака;

- прекращение горения горючей жидкости наступает в безветренную погоду.

Диоксид углерода позволяет добиться следующих положительных результатов:

- при испарении твердого диоксида углерода происходит интенсивное перемешивание жидкости, что предотвращает такое опасное явление, как вскипание и выброс нефтепродукта, при этом над поверхностью горячей жидкости образуется устойчивое газовое облако диоксида углерода, препятствующее испарению жидкости;

- преимущество тушения пожаров горючих жидкостей в резервуаре твердым диоксидом углерода видно и при оценке стоимости сохраненного горючего вещества (масел и нефтепродуктов). Качество жидкости в резервуаре после тушения пожара диоксидом углерода твердым гранулированным практически не изменяется, в отличие от результата применения используемых сегодня способов тушения.

- диоксид углерода твердый осуществляет тушение пожаров любых легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, в том числе и полярных: ацетон, спирты.

- диоксид углерода газообразный, который образуется при пожаре, это наименьший токсический загрязнитель воздуха, а его объем в продуктах горения при пожаре несравнимо меньше объема промышленных выбросов.

Исходя из перечисленного, учитывая огнетушащие свойства пен и углекислого газа, возникла идея совмещения диоксида углерода и раствора пенообразователя, то есть воздушно-механическую пену заменить на пену, пузырьки которой заполнены нейтральным газом.

Известно, что разрушение пены при попадании в очаг пожара приводит к уменьшению изолирующего слоя, при этом воздух, который выходит из пузырьков поддерживает диффузионное горение горючей жидкости. Комбинирование раствора пенообразователя и негорючего газа, вероятно, сможет создавать флегматизирующий эффект не только парами воды из разрушенной пены, но и нейтральным газом, который будет выходить из пузырьков.

Подобная идея при всей своей заманчивости может привести к необходимости модернизации пеногенераторов, которые вместо воздуха будут инжектировать в раствор пенообразователя нейтральный газ, либо полного технического переоснащения комплекса огнетушащего оборудования. Это может привести к серьёзным финансовым затратам. Поэтому, требуется провести серьёзную научно-исследовательскую работу в лабораторных и полигонных условиях для определения параметров тушения инжектированными нейтральным газом пенами. В частности предстоит:

- выяснить на сколько критическая и оптимальная интенсивности подачи воздушно-механической пены будут отличаться (в большую или меньшую сторону) от критической и оптимальной интенсивностей подачи пены, заполненной нейтральным газом;

- оценить как поведёт себя удельный расход в обоих случаях; выяснить на сколько углекислый газ или другой нейтральный газ будет растворяться в горючей жидкости (особенно это актуально при подслоном способе тушения);

- оценить экономическую эффективность применения такого способа тушения по сравнению с традиционным.

Все эти вопросы предстоит рассмотреть в ходе проведения лабораторных испытаний, которые планируются провести в ближайшее время.

Литература

1. Старков Н.Н. Действие механизма охлаждения при тушении пожаров жидкостей в резервуаре твёрдым диоксидом углерода // Пожаровзрывобезопасность. 2006. Т. 15, № 6. С. 58-60.

2. Авторское свидетельство № 1708363 (СССР). Устройство для тушения пожаров горючих жидкостей. Шароварников А.Ф., Наумов В.В. // Открытия. Изобретения. 1992. № 4.

3. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М.: Мир, 1979. 26 с.

4. Копреев А.А. Охрана окружающей природной среды в воинских частях МО СССР. М., 1983. 70 с.

А.В. Мокшанцев, К.А. Михайлов, Д.В. Столяров, Р.Ю. Наурзалиев
ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ДЫМА
НА ОБНАРУЖЕНИЕ ПОСТРАДАВШИХ СРЕДСТВАМИ МОНИТОРИНГА
КОРОТКОВОЛНОВОГО ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

Представлена проблема определения зависимости эффективности поиска и обнаружения пострадавших в условиях развивающегося внутреннего (закрытого) пожара техническими средствами мониторинга на основе коротковолнового инфракрасного диапазона электромагнитного спектра от оптических свойств среды. Показана высокая эффективность обнаружения пострадавших в помещении при различных значениях оптической концентрации дыма в присутствии очага пожара.

Ключевые слова: средства мониторинга, SWIR-камеры, внутренний пожар, оптическая концентрация дыма, средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре.

A.V. Mokshantsev, K.A. Mikhaylov, D.V. Stolyarov, R.Y. Naurzaliyev
THE EFFECT OF OPTICAL SMOKE CONCENTRATION
ON THE DETECTION OF VICTIMS BY MEANS
OF MONITORING OF THE SHORT-WAVE INFRARED RANGE

The problem of determining the dependence of the effectiveness of the search and detection of victims in the conditions of a developing internal (closed) fire by technical means of monitoring based on the short-wave infrared range of the electromagnetic spectrum on the optical properties of the medium is presented. The high efficiency of detecting victims in the room at different values of the optical concentration of smoke in the presence of a fire is shown.

Key words: monitoring tools, SWIR cameras, internal fire, optical smoke concentration, personal protective equipment and rescue of people in case of fire.

Введение

Фактором, существенно препятствующим проведению поисково-спасательных работ в условиях пожара, является снижение видимости в дыму. Под недостаточной видимостью понимаются условия, которые ограничивают тактические возможности пожарно-спасательных подразделений при выполнении задач на месте пожара из-за плохой видимости, ввиду чего значительно увеличивается вероятность травмирования и гибели пострадавших, а также возрастания площади пожара, что ведёт к увеличению материального ущерба.

Одним из самых распространённых методов повышения видимости в условиях задымления является применение принудительных систем дымоудаления и технических средств тактической вентиляции. Однако применение данного метода сопряжено относительно высокими энергетическими и временными затратами. Кроме того, в случае разрушения заполнений оконных и дверных раскрытий объекта, а также в случае превышения отношений сечений приточного и вытяжного проёмов величины $1/3$, применение данного метода является малоэффективным.

Одной из перспективных технологий поиска пострадавших в условиях пожара является применение средств видеомониторинга на основе коротковолнового излучения в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра (далее – КИД) [3], реализованных технически посредством SWIR-камер (рис. 1).



Рис. 1. SWIR-камера SQA-5000, применяемая в экспериментальном исследовании [https://www.cameraiq.ru/media/data/data/file/swir-camera-6.jpg]

Проведение натурного эксперимента по обнаружению пострадавших

Цель проведения эксперимента – определение зависимости эффективности поиска и обнаружения пострадавших в условиях развивающегося внутреннего (закрытого) пожара техническими средствами мониторинга на основе КИД.

Для оценки параметров и показателей эффективности применения предлагаемого метода поиска пострадавших в условиях пожара необходимо определить оптическую плотность дыма, выделяемого при сгорании типовой пожарной нагрузки в помещении в точках, равноудалённых от очага пожара, после чего соотнести результаты выполненных измерений с результатами сканирования SWIR-камерой.

Экспериментальное исследование по оценке параметров и показателей эффективности применения предлагаемого метода поиска пострадавших в условиях пожара выполнялось на базе испытательного полигона Академии ГПС МЧС России.

Дым является группой разнородных аэродисперсных систем, состоящих из частиц, имеющих размеры порядка $10^{-7} \dots 10^{-5}$ м, обладающих малой скоростью седиментации под действием силы тяжести, что предопределяет наличие у таковых систем оптических свойств. Основными оптическими явлениями, протекающими в среде дымовых газов, являются: рефракция, внутреннее поглощение и рассеяние электромагнитных волн видимого диапазона электромагнитного спектра.

Количественно оптическое количество дыма выражается формулой [1]

$$S = N_{\text{ср}} V \aleph, \quad (1)$$

где S – оптическое количество дыма, $Hn \cdot m^2$;

$N_{\text{ср}}$ – средняя концентрация частиц, m^{-3} ;

V – объём помещения, m^3 ;

\aleph – эффективное сечение экстинкции, m^2 .

Тогда среднеобъёмная оптическая плотность (концентрация) дыма равна [1]

$$\mu_m = \frac{S}{V} = N_{\text{ср}} \aleph, \quad (2)$$

где μ_m – среднеобъёмная оптическая плотность дыма, $Hn \cdot m^{-1}$.

Критическую оптическую плотность дыма $\mu_{\text{кр}}$ определим из уравнения баланса оптической концентрации дыма [2] в виде общего решения данного уравнения относительно $\mu_{\text{кр}}$:

$$\mu_{\text{кр}} = \mu \left[1 - \exp\left(-\frac{A}{B}\right) \cdot \tau^n \right], \quad (3)$$

где $\mu_{\text{кр}}$ – критическое значение оптической плотности дыма, $Hn \cdot m^{-1}$;

μ – пороговое значение оптической плотности дыма, $Hn \cdot m^{-1}$;

A , B , n – коэффициенты, значения которых нормированы для моделирования развития пожара в настоящей работе соответственно:

$$A = \frac{\pi}{3} \Psi_{\text{уд}} \nu_{\text{л}}^2; \quad B = \frac{c_P \rho_0 T_0 V}{\eta(1-\varphi) Q_H^p}; \quad n = 2 \quad [1];$$

τ – величина расчётного времени, s .

Очевидно, что в случае, если $\mu_m < \mu_{\text{кр}}$, то помещение заполнено дымом неоднородно: в зоне, близкой к очагу пожара $\mu_m \rightarrow \mu_{\text{кр}}$, а по мере возрастания расстояния от очага пожара величина μ_m убывает, и наконец, в точках, наиболее удалённых от очага пожара, то есть в области незадымлённой холодной части пространства $\mu_m \rightarrow 0$.

В связи с этим, при моделировании пожара в натурном эксперименте выполнены измерения величин μ_m в точках каждой из указанных зон помещения.

Сущность метода измерения оптической плотности дыма, предлагаемого в настоящей работе, заключается в определении коэффициентов ослабления параллельного монохроматического пучка света при его распространении в среде дымовых газов, являющихся поглощающей средой.

Применение такого метода регламентировано нормативными правовыми актами. Так, требования к организации и выполнению измерений, измерительным приборам и оборудованию, анализу результатов измерений оптической плотности дыма регламентированы следующими стандартами: ГОСТ ИЕС 61034-2-2011, ГОСТ Р ИСО 9239-1-2014 и т.д.

На рис. 2 приведён общий вид измерительной установки, а также эквивалентная принципиальная электрическая схема.

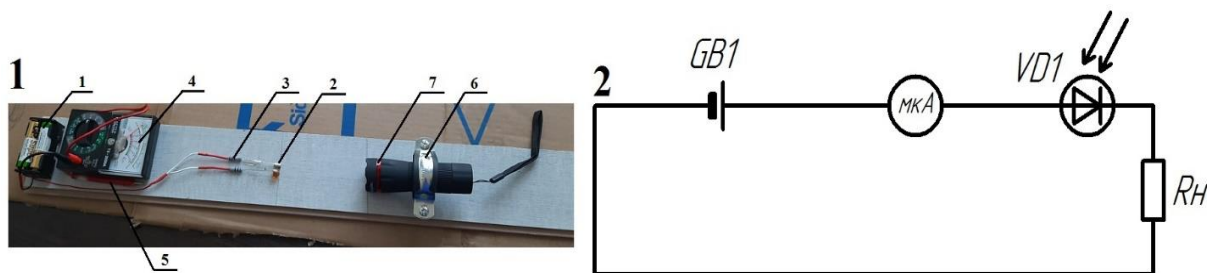


Рис. 2. Установка для измерения среднеобъемной оптической плотности дыма:
 1 – общий вид установки; 2 – эквивалентная принципиальная электрическая схема
 Обозначения: 1 – источник обратного постоянного напряжения; 2 – фотодиод;
 3 – нагрузочное сопротивление ($R_H = 100 \text{ Ом}$); 4 – микроамперметр;
 5 – измерительный щуп; 6 – источник света; 7 – собирающая линза

Измерения выполняются в режиме, соответствующем фотодиодной области работы фотодиода, так как в рабочем диапазоне обратных напряжений фототок I_Φ практически не зависит от обратного напряжения $U_{\text{обр}}$ и сопротивления R_H , а является, главным образом, функцией светового потока $I_\Phi(\Phi)$.

В табл. 1 представлены результаты выполнения измерений, полученные в ходе натурных испытаний.

Таблица 1

Результаты выполнения измерений оптических показателей среды
 в ходе натурального эксперимента

№ п/п	Вид горючего материала	Среднеобъемная оптическая плотность, $\mu\text{м}, \text{Hn}\cdot\text{м}^{-1}$	Коэффициент поглощения, $k_2, \text{м}^{-2}$	Расстояние от очага пожара, м
1	ТГМ	0,09	0,22	7
2	ТГМ	0,4	0,92	3,5
3	ТГМ	0,62	1,427	1

На рис. 3 представлена схема выполнения измерений, а также фотоснимок процесса выполнения измерений, поясняющие результаты, представленные в табл. 1.

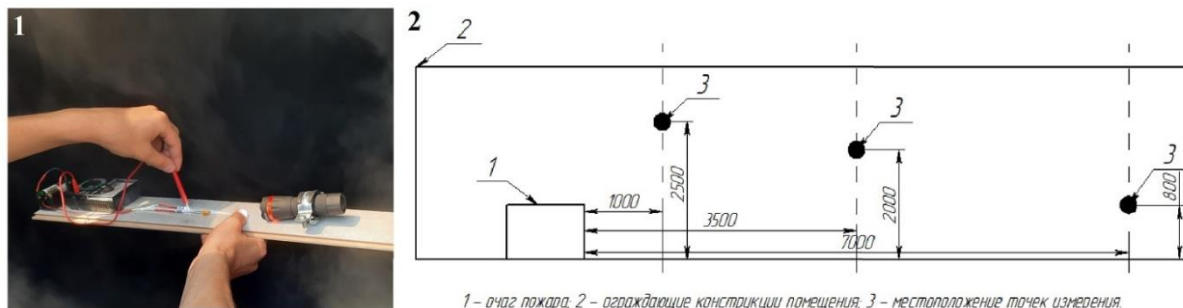


Рис. 3. Процесс выполнения измерений оптической плотности дыма:
 1 – фотоснимок процесса выполнения измерений; 2 – схема выполнения измерений

В качестве модели ограждающих конструкций помещения применён огневой тренажёрный комплекс ПТС "Уголек". На рис. 4 представлены изображения, полученные в ходе выполнения натурального эксперимента по обнаружению пострадавших с применением SWIR-камеры SQA-5000.

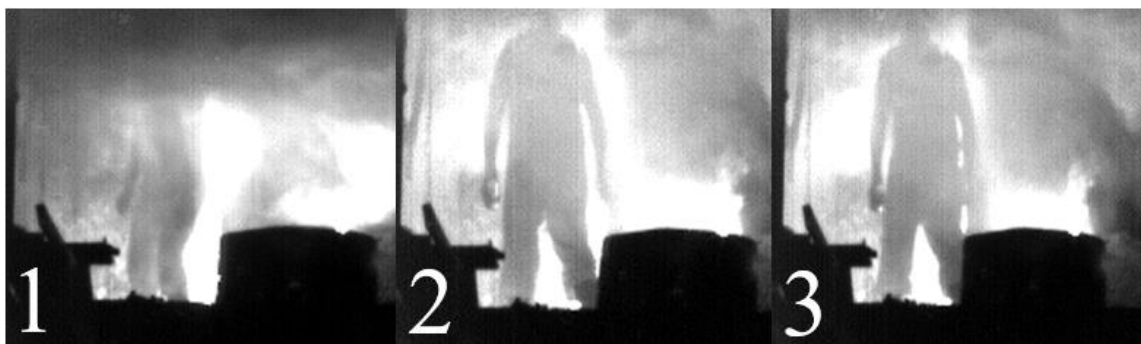


Рис. 4. Изображения, полученные SWIR-камерой SQA-5000:

1 – фотоснимок обнаруженного пострадавшего при $\mu_m = 0,62 \text{ Hn}\cdot\text{м}^{-1}$;

2 – фотоснимок обнаруженного пострадавшего при $\mu_m = 0,4 \text{ Hn}\cdot\text{м}^{-1}$;

3 – фотоснимок обнаруженного пострадавшего при $\mu_m = 0,09 \text{ Hn}\cdot\text{м}^{-1}$;

Технические характеристики камеры – $\lambda_c = 0,9 \dots 1,7 \text{ мкм}$; $\nu_k = 25 \text{ Гц}$; $T_H \approx 20000 \text{ мкс}$

Из рис. 4 следует, что при значениях среднеобъёмной оптической плотности дыма на промежутке $\mu_m \in (0; 1) \text{ Hn}\cdot\text{м}^{-1}$ местоположение пострадавшего в помещении было обнаружено: при $\mu_m = 0,09 \text{ Hn}\cdot\text{м}^{-1}$, что соответствует $\mu_m \rightarrow \min$; при $\mu_m = 0,4 \text{ Hn}\cdot\text{м}^{-1}$, что соответствует $0 < \mu_m < \mu_{кр}$; при $\mu_m = 0,62 \text{ Hn}\cdot\text{м}^{-1}$, что соответствует $\mu_m \rightarrow \mu_{кр}$.

Заключение

В работе показана эффективность поиска и обнаружения пострадавшего в условиях развивающегося внутреннего (закрытого) пожара в помещении техническими средствами мониторинга на основе КИД электромагнитного спектра, посредством реализации натурального эксперимента с применением SWIR-камеры SQA-5000.

Результаты настоящей работы могут быть применены в практике ГПС МЧС России при выполнении поисково-спасательных работ [3-5], действий по разведке и тушению пожаров, а также для дальнейшего совершенствования технических средств видеомониторинга на основе коротковолнового инфракрасного диапазона.

Литература

1. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб. пос. М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 118 с.
2. Кошмаров Ю.А., Рубцов В.В. Процессы нарастания ОФП в производственных помещениях и расчёт критической продолжительности пожара. М.: МИПБ МВД России, 1998. 90 с.
3. Топольский Н.Г., Мокшанцев А.В., Михайлов К.А. Коротковолновые инфракрасные технологии автоматизированных систем мониторинга, предупреждения и ликвидации ЧС и пожаров // Матер. 25-й науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2016". М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. С. 606-610.
4. Нгуен Т.Х., Топольский Н.Г., Тараканов Д.В., Мокшанцев А.В. Многокритериальный анализ маршрутов движения газодымозащитников в зданиях при пожаре // Журнал моделирования и моделирования защиты: приложения, методология, технологии. 2020. 10 с. <https://doi.org/10.1177/1548512920948611>
5. Нгуен Т.Х., Топольский Н.Г., Тараканов Д.В., Мокшанцев А.В. Инфо-аналитические технологии в работе пожарно-спасательных формирований с использованием инфракрасных технологий // Журнал структурной пожарной инженерии. 2020. Т. 11, №4. С. 461-479. <https://doi.org/10.1108/JSFE-03-2020-0010>

А.М. Гервятовский, М.Э. Емельянов

ПРОБЛЕМЫ ЭВАКУАЦИИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Рассмотрены особенности эвакуации детей и подростков из зданий с их массовым пребыванием. Приведена статистика гибели и травмирования детей при пожарах. Проведён краткий анализ зарубежных и отечественных работ по проблемам эвакуации и поведения при пожаре детей дошкольного возраста. Определены дальнейшие направления исследований.

Ключевые слова: эвакуация, дети, оценка, исследование, эксперимент, параметры движения.

A.M. Gervyatovsky, M.E. Yemelyanov

PROBLEMS OF EVACUATION OF PRESCHOOL CHILDREN

The features of evacuation of children and adolescents from buildings with their mass stay are considered. Statistics of deaths and injuries of children in fires are given. A brief analysis of foreign and domestic works on the problems of evacuation and behavior in case of fire of preschool children is carried out. Further directions of research have been determined.

Key words: evacuation, children, assessment, research, experiment, movement parameters.

Эвакуация – один из основных способов защиты людей при пожаре в здании. В отдельных ситуациях этот способ является наиболее эффективным вариантом защиты.

В соответствии с п. 50 ст. 2 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" эвакуация – процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара. Безопасность эвакуации обеспечивается своевременным её завершением при условии организации беспрепятственного движения людей по путям эвакуации и через эвакуационные выходы.

Особое значение имеет эвакуация детей дошкольного возраста. Процесс обеспечения их безопасности при пожаре является весьма сложным в силу невысоких физических возможностей, отсутствием необходимой психологической подготовки и жизненного опыта.

Наиболее вероятными местами нахождения детей дошкольного возраста являются, конечно, детские сады, однако инфраструктура современного города предоставляет дошкольникам посещать также торговоразвлекательные центры, аквапарки, кинотеатры, кафе, спортивные стадионы и многие другие объекты с массовым пребыванием людей и представляющие опасность при возникновении пожара.

Согласно официальным статистическим данным [1] в 2020 г. в России при пожарах погибло 38 детей дошкольников и 91 ребёнок получили травмы. Основной причиной гибели является отравление токсичными продуктами горения при пожаре ввиду несвоевременной эвакуации. Нередко дети дошкольного возраста являются виновниками пожаров, так за последние 5 лет по их вине произошло более 3 тыс пожаров.

Мотивы поведения ребёнка, как правило, не осознанны и не выстроены в систему по степени значимости [2]. Дети действуют в большинстве случаев не задумываясь под влиянием возникающих в данный момент чувств и желаний. Эти чувства и желания вызываются, прежде всего, тем, что непосредственно окружает ребёнка, попадаете ему на глаза. Взрослый же человек руководствуется в поведении преимущественно осознанными мотивами: он отдаёт себе отчёт в том, почему в данном случае он хочет или ему следует поступить именно так, а не иначе.

Большой интерес к проблемам обеспечения безопасной эвакуации и поведения детей при пожарах стал проявляться относительно недавно с начала 2000-х годов и касался детей всех возрастов, как дошкольников, так и школьников. Площадкой для обсуждения стала периодически проводимая учёными из Великобритании международная конференция "Human Behaviour in Fire".

Среди зарубежных исследований, докладываемых на указанной конференции, можно отметить работу учёных турецкого образовательного центра пожарной безопасности и безопасности при землетрясениях [3]. Специалисты отмечают такие особенности поведения детей при пожаре как: склонность прятаться (в шкафу, под кроватью) в случае, если дети не видят горения или не понимают, откуда идёт дым.

Бразильскими учёными в работе [4] было отмечено, что по мере взросления детей они теряют доверие к системам противопожарной защиты и в большей степени ориентируются на внешние признаки поведения людей. Также отмечается, что по мере взросления детей у них улучшается способность к ориентированию на плане эвакуации.

В работе [5] британскими специалистами исследовалось пробуждение в ночное время под действием сирены системы оповещения. Было установлено, что дети в возрасте до 10 лет значительно менее склонны к пробуждению. При принудительном пробуждении дети требуют дополнительного внимания, так как им сложно самостоятельно сориентироваться в сложившейся ситуации.

В России первые исследования по эвакуации детей были упомянуты в работе А.И. Милинского. Им были определены площади горизонтальных проекций детей с учётом возрастной дифференциации и вида одежды, также были установлены средние значения скорости движения.

Наибольший вклад в изучение особенностей эвакуации детей дошкольного возраста внесли исследования, проводимые специалистами Академии ГПС МЧС России В.В. Холщевиковым, Д.А. Самошиным, А.П. Парфененко в рамках научной школы "Теория людских потоков при эвакуации". В ходе работы учёным удалось провести натурные наблюдения в зданиях дошкольных образовательных организаций и установить значения времени начала эвакуации и параметры людских потоков. Результаты исследований были отражены в кандидатской диссертации Парфененко А.П. и вошли в Методику определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утверждённую приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382.

Несмотря на наличие немалого количества отечественных и зарубежных научных работ и публикаций по вопросам эвакуации детей дошкольного возраста, проблема обеспечения их безопасности при пожарах остаётся нерешённой. На фоне исследований эвакуации взрослых людей, проводимых десятилетиями в зданиях различного назначения с первой половины XX века и описанных во множестве кандидатских и докторских диссертациях, исследования особенностей эвакуации и поведения детей при пожарах все же очень немногочисленны и поверхностны.

Анализ рассмотренных работ определяет дальнейшее проведение научных исследований в зданиях с присутствием детей дошкольного возраста. Первоочерёдными задачами авторами определено проведение натурных экспериментов для:

- уточнения параметров движения детей в зависимости от возраста и корректировке основных зависимостей при формировании и движении потоков детей во время эвакуации.

- выявления особенностей движения детей в смешанных людских потоках с сопровождающими и совместно идущими посторонними взрослыми людьми;

- уточнения показателей времени начала эвакуации и поведения при получении сигнала о пожаре.

Полученные результаты позволят уточнить данные для проведения расчётов времени эвакуации детей и разработать дополнительные организационные и технические мероприятия в зданиях с их пребыванием.

Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник / Под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО МЧС России, 2021. 112 с.
2. Кулагина И.Ю. Возрастная психология: развитие ребёнка от рождения до 17 лет / Ун-т Рос. акад. Образования. М.: изд-во УРАО, 1999. 175 с.
3. Ozkaya A. A Qualitative approach to children of developing countries from human behavior in fire aspect // KARINA Design, Consultancy and Training Services Limited Co. <http://www.karina.gen.tr/Files/ChildrenBehaviourInFire.pdf>.
4. Ono R., Tatebe K. A study on school children's attitude towards fire safety and evacuation behavior in Brazil and the comparison with data from Japanese children // Proceed. of 3rd International Symposium "Human Behaviour in Fire". Belfast, UK, 2004. Pp. 327-338.
5. Bruck D., Tomas I. Community based research on the effectiveness of the home smoke alarm in waking up children // Proceed. of 4th International Symposium "Human Behaviour in Fire". Cambridge, UK, 2009. Pp. 335-344.

М.В. Кузнецов

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОИЗВОДСТВУ
ОГНЕЗАЩИТНЫХ ТКАНЕЙ С ВЫСОКОЙ СТОЙКОСТЬЮ
К ВОЗДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫХ СРЕД

Предложен новый подход к изготовлению огнезащитных тканей, стойких к воздействию агрессивных сред, основанный на применении специально синтезированных растворов теломеров тетрафторэтилена в качестве пропиточной среды. Исследованы свойства новых материалов, оценена их эффективность с точки зрения использования теломеров в различных, в том числе экстремальных, условиях эксплуатации.

Ключевые слова: стеклоткань, теломеры, тетрафторэтилен, термостойкость, кислота.

M.V. Kuznetsov

NEW APPROACHES TO THE PRODUCTION
OF FLAME-RETARDANT FABRICS WITH HIGH RESISTANCE
TO AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

A new approach to the manufacture of flame-retardant fabrics resistant to aggressive media, based on the use of specially synthesized solutions of tetrafluoroethylene telomeres as an impregnation medium, is proposed. The properties of new materials are investigated, their effectiveness in terms of the use of telomeres in various, including extreme, operating conditions is evaluated.

Key words: fiberglass, telomeres, tetrafluoroethylene, heat resistance, acid.

При изготовлении широко востребованных стеклополимерных композиционных материалов на основе стекловолокнистого наполнителя, рассчитанных на использование в экстремальных температурных и прочих условиях, в качестве связующих компонентов используют термопластичные и термореактивные полимеры, а также смолы и их композиции. Фторопластовая лакоткань, полученная на основе стеклоткани и суспензии порошков фторопласта 4Д или тефлона, имеет ряд преимуществ: более вы-

сокая морозо- и термостойкость, лучшие диэлектрические свойства, стойкость к воздействию агрессивных сред, хорошие антифрикционные свойства и др., перед существующими промышленными аналогами [1, 2].

Существующая технология производства подобного рода специальных тканей многостадийна, энергозатратна и требует введения в структуру композита значительных масс полимера. Содержание фторопласта в произведённом по этой технологии изделии находится на уровне 50-80 мас. %. Предлагаются принципиально новые технологические подходы, связанные с изготовлением стеклополимерного композиционного материала с фторопластовым связующим. Технология введения фторопласта в стеклотканую матрицу основана на применении операции пропитки основы жидкими средами, содержащими фторполимерные компоненты. Применение приготовленных таким образом растворов теломеров тетрафторэтилена позволяет модифицировать стеклоткань без применения энергозатратной технологии спекания, после введения в неё не более 10 мас. % фторполимера. При этом в качестве пропиточных сред используются не суспензии фторопласта, а растворы низкомолекулярных фракций (длина цепи – 10-30 звеньев) политетрафторэтилена. Ключевым фактором, обеспечившим возможность реализации данной технологии, стало открытие радиационного процесса получения низкомолекулярного, растворимого в органических растворителях политетрафторэтилена.

В качестве образцов стеклоткани была использована стандартная алюмоборосиликатная стеклоткань Э-180 (диаметр волокна 7 мкм) с простейшим плетением. Использованное стекловолокно имело следующий состав (мас. %): диоксид кремния 50-99, оксид алюминия 1-20, оксид кальция 0-15, оксид магния 0-15, оксид натрия 0-20, оксид бора 0-15, силанольные группы $\text{Si}(\text{OH})_2$ 0,5-5,0, образованные в поверхностном слое стекловолокна в процессе химической обработки. Удельная поверхность 2-50 м²/г. Образцы стеклоткани (5×5 см) предварительно подвергались термической обработке для удаления технического замазливания и травлению в 5 %-м растворе соляной кислоты. Для пропитки образцов стеклоткани были использованы растворы теломеров с концентрацией 1,5-4,0 мас. % [3].

Принципиальными особенностями предлагаемой технологии являются: 1 – применение пропиточной среды в виде раствора теломера обеспечивает эффективное её капиллярное проникновение в межволоконные полости стеклотканого наполнителя и надёжное смачивание пропиточной средой каждой элементарной нити; 2 – наличие на концах цепи теломера активных, функциональных звеньев растворителя, которые способны обеспечить химическое или хемосорбционное сцепление молекулы теломера с наполнителем и придать определенную ориентацию полимерной молекуле на поверхности стекловолокна; 3 – возможность осуществления методом кислотного травления физической и химической активации стек-

ловолокнистого наполнителя, сопровождающейся формированием поверхностного микрорельефа волокна, образованием нанопор и химически активных фрагментов в приповерхностном слое.

С практической точки зрения чрезвычайно важен вопрос об условиях использования модифицированных теломерами тетрафторэтилена стеклотканых материалов, в частности то, в каком температурном режиме и в условиях воздействия каких сред они будут применены. С участием автора была проведена серия экспериментов по исследованию термической стойкости образцов, обработанных растворами различных теломеров при температуре 200 °С в течение 2-х часов. Потеря массы составила: для образца, синтезированного в ПФХБ – 2-3 мас. %, а для образца, синтезированного в ацетоне – 10 мас. %. Из этого можно сделать вывод о том, что использование обработанной стеклоткани в условиях высоких температур в качестве огнезащитного материала целесообразно и экономически выгодно. Также были проведены исследования устойчивости полученных материалов с точки зрения воздействия на них химически агрессивных сред, в частности, соляной кислоты. Потери массы образцов модифицированной стеклоткани после выдерживания в кислоте (в течение 3 ч) вдвое ниже, чем исходной необработанной. Совокупность полученных экспериментальных результатов позволяет сделать ряд выводов об условиях получения термически и химически стойких покрытий на стеклоткани и целесообразности использования различных теломеров для этих целей. Для модифицирования стеклоткани необходима её предварительная активация методом кислотного травления и прогрев образцов с нанесённым теломером при температуре ~ 150 °С. Количество нанесённого теломера должно быть не менее 4-5 мас. %.

Предложенный новый тип стеклотканых фторполимерных композитных материалов не имеет аналогов в мировой практике и обладает следующими эксплуатационными преимуществами:

- при содержании дорогостоящего фторполимера на уровне всего в несколько процентов композит приобретает свойства тефлона с точки зрения термостойкости, устойчивости к воздействию агрессивных сред, а также гидрофобности [4];

- предлагаемая технология характеризуется низкой себестоимостью производимого композита и простотой его изготовления за счёт исключения из схемы производства дорогостоящих и энергозатратных традиционных для производств фторопластовых изделий операций спекания порошковых масс фторопласта.

Областями возможного практического применения изделий, изготовленных в соответствии с предлагаемой технологией, являются: термически и химически стойкие огнезащитные материалы для нужд МЧС России и других ведомств, осуществляющих свою деятельность в экстремальных условиях; стойкие в агрессивных средах высокопроизводитель-

ные защитные и фильтровальные материалы; армирующие стеклоткани для изготовления массивных изделий из фторопласта; гидрофобные ткани для покрытия временных сооружений; физиологически инертные ткани для медицинских целей.

Литература

1. Кирюхин Д.П., Кичигина Г.А., Бузник В.М. Радиационно-химический синтез, свойства и перспективы использования теломеров тетрафторэтилена // Высокомолекулярные соединения. 2013. Т. 55. № 11. С. 1321-1332.
2. Большаков А.И., Кичигина Г.А., Кирюхин Д.П. Радиационный синтез теломеров при постоянной концентрации тетрафторэтилена в растворе // Химия высоких энергий. 2009. Т. 43. № 6. С. 512-515.
3. Барелко В.В., Смирнов Ю.Н., Онищенко В.Я. и др. Стекловолоконный армирующий тканый наполнитель стеклополимерных композиционных материалов / Патент РФ № 2245477. Бюл. № 3. 27.01.2005 г.
4. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Хорев А.В. и др. Придание полиэфирным текстильным материалам высокой гидрофобности обработкой их раствором теломеров тетрафторэтилена // Химические волокна. 2010. № 2. С. 25-30.

В.С. Путин

ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Выполнен анализ особенностей лесопожарной обстановки на территории республики Саха (Якутия) в летне-осенний период 2021 года. Проанализированы основные причины возникновения лесных пожаров. Рекомендуются комплекс мероприятий для предупреждения чрезвычайных ситуаций при возникновении лесных пожаров.

Ключевые слова: лесопожарная обстановка, причины лесных пожаров, чрезвычайная ситуация, мероприятия, бульдозер БАТ-М.

V.S. Putin

FEATURES OF A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF NATURAL EMERGENCIES ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

The article analyses the peculiarities of the forest fire situation on the territory of the Republic of Sakha (Yakutia) in the summer-autumn period of 2021. The main causes of forest fires are analyzed. A set of measures for emergency prevention in case of forest fires is recommended.

Key words: forest fire situation, causes of forest fires, emergency, activities, BAT-M bulldozer.

Введение

Цель работы – исследовать эффективность применяемых технологий предупреждения последствий чрезвычайной ситуации (ЧС), сложившейся на территории Республики Саха (Якутия) во время лесных пожаров в летне-осенний период 2021 года.

Были поставлены следующие задачи:

- провести анализ лесопожарной обстановки на территории Республики Саха (Якутия) в летне-осенний период 2021 года;
- проанализировать причины возникновения лесных пожаров;
- рекомендовать комплекс мероприятий для предупреждения ЧС при возникновении лесных пожаров.

Основная часть

Общая площадь Республики Саха (Якутия) – 308 352,3 *тыс га*. Общая площадь земель, занятых лесами, по состоянию на 1 января 2021 г. составила 256104,6 *тыс га*. Распределение лесов по территории Республики Саха (Якутия) неравномерное. Лесистость составляет 50,0 %. Средняя продолжительность пожароопасного сезона за последние 5 лет составляет 130 дней.

Лесопожарное зонирование в Республике Саха (Якутия) установлено приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 7 июня 2018 г. № 468, где площадь лесного фонда по государственному лесному реестру 254 749,8 *тыс га* подразделяется на зоны охраны лесов от пожаров:

- наземное обнаружение и тушение 318,5 *тыс га*;
- зона авиационного обнаружения и наземного тушения 2 730,5 *тыс га*;
- зона авиационного обнаружения и тушения 20 487,9 *тыс га*;
- зона исключительного обнаружения с помощью космических средств и преимущественно авиационного тушения 231 212,9 *тыс га*.

Зона контроля лесных пожаров на землях лесного фонда определена постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) от 7 июля 2017 г. №238 "О внесении изменений в постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 25 мая 2016 г. № 177 "Об утверждении зон контроля лесных пожаров на территории лесного фонда Республики Саха (Якутия)":

- на труднодоступных территориях 9 397,6 *тыс га*;
- на удалённых территориях 221 815,3 *тыс га*.

Тушение пожаров в зоне контроля не ведётся в связи с удалённостью и труднодоступностью.

Леса Республики Саха (Якутия) характеризуются высокой степенью природной пожарной опасности. Основной предпосылкой лесопожарного созревания является высыхание надпочвенного покрова и уменьшение влагосодержания до критической величины, при которой может распространяться низовой и верховой лесные пожары.

В связи со сложной лесопожарной обстановкой на территории Республики Саха (Якутия) в период с 23 июня по 14 сентября 2021 г. Указом Главы Республики от 23 июня 2021 г. № 1912 действовал режим "Чрезвычайная ситуация в лесах регионального характера". Место ЧС – Республика Саха (Якутия) (на территории с. Бянь-Кюель Горного района).

С 13 до 23 августа 2021 г. решением Правительственной комиссии Российской Федерации по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности от 13 августа 2021 г. № 3 действовал режим ЧС в лесах межрегионального характера и устанавливался федеральный уровень реагирования (пункт 2 Протокола заседания).

7 августа 2021 г. вследствие перехода огня от лесного пожара на восточную окраину населённого пункта с. Бясь-Кюель произошло возгорание жилых домов.

В превентивных целях заблаговременно, администрацией муниципального образования, отселено 211 человек, в том числе 114 детей в с. Бердигестях Горного района, из них в пунктах временного размещения были размещены 52 человека, в том числе 26 детей (школа-интернат и Бердигестяхская средняя образовательная школа), остальные были размещены по родственникам и знакомым.

В результате ЧС, связанной с переходом природного пожара на территорию с. Бясь-Кюель, огнём уничтожено 32 жилых дома, в том числе 26 индивидуальных жилых домов и 6 многоквартирных домов (14 квартир), в которых проживало 160 человек, в том числе 51 ребёнок. Ущерб по жилым домам предварительно составил около 200,0 млн руб.

От сильнейшего задымления властям пришлось закрыть аэропорт столицы региона, остановить движение паромов по реке Лена. Дым от пожаров в Якутии накрыл Сибирь, Китай, Канаду, Аляску и даже Гренландию.

По поручению Президента России глава МЧС России прибыл в зону ЧС и на месте координировал операцию. Срочно была усилена группировка пожарных, спасателей, максимально задействовали авиацию и тяжёлую технику.

Совместно с силами Главного управления МЧС России по региону и лётчиками гражданской авиационной группы к тушению и локализации лесных пожаров на территории Республики Саха (Якутия) привлекли сводные отряды инженерных подразделений Восточного военного округа.

Исходя из анализа причин возникновения лесных пожаров, можно сделать вывод, что возникновению и развитию ЧС в большей мере способствовало отсутствие в течение продолжительного времени осадков, сильный порывистый ветер до 26 м/с, верховой лесной пожар. Плотная застройка жилых и надворных построек 5 степени огнестойкости на территории района, высокая грозовая активность, труднодоступность, а также значительное удаление от лесопожарных формирований.

В качестве основных причин возникновения лесных пожаров специалисты отмечают жару, которая сопровождалась экстремальными погодными условиями: длительной засухой, ураганами, умышленными и непредумышленными поджогами.

Все это может обернуться уничтожением лесов во многих регионах Сибири и Дальнего Востока. Хищнически вырубаются особо ценные породы деревьев. Из-за этого высыхают озера. Уровень воды во многих реках становится аномально низким. Вред, нанесённый "черными лесорубами", оценивается в 3,5 млрд руб. На основе собранных материалов возбуждены 1,2 тыс уголовных дел, выписаны административные штрафы на 28,1 млн руб.

Одной из важнейших проблем современной пожарной безопасности в России ряд специалистов считают невозможность точно установить истинную причину возгорания.

Была организована работа горячей телефонной линии региональной диспетчерской службы лесного хозяйства, по которому жители могли сообщить о лесном пожаре.

Центром управления в кризисных ситуациях в ежесуточном режиме осуществлялось взаимодействие:

- с едиными дежурно-диспетчерскими службами муниципальных образований (МО) Республики;

- органами управления Якутской территориальной подсистемы РСЧС;

- с оперативными штабами и оперативными группами во всех МО Республики Саха (Якутия);

- с межведомственной рабочей группой по контролю и оперативному реагированию в пожароопасный сезон в 2021 году на территории Республики Саха (Якутия).

Очень эффективным оказался способ проведения мониторинга лесных пожаров с помощью спутников NOAA (используются Национальным управлением по исследованию океана и атмосферы (NOAA)).

Под мониторингом понимается целенаправленная деятельность по добыванию с помощью технических средств необходимых сведений в целях обеспечения заинтересованных структур своевременной информацией.

По видам мониторинг подразделяется на:

- космический;

- воздушный;

- наземный, то есть по месту размещения аппаратуры.

Космический мониторинг способен контролировать в короткие сроки огромные территории и акватории земного шара и быстро доставлять необходимые данные заинтересованным инстанциям, выявлять расположение важных объектов и с высокой точностью определять их координаты в любой точке Земли.

Информация, используемая для мониторинга природных и техногенных ЧС, поступает с орбитальных спутников серии NOAA, ширина полосы обзора у которых равна 2000 км. В данный момент задействовано три аппарата этой серии. На каждом из них установлено оборудование AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer – радиометр высокого разрешения).

Для выделения очагов пожаров на полученном со спутников изображении помимо уже используемых пакетов таких программ, как ERDAS Imagine, ArcView, ScanView, ВНИИ ГОЧС (ФЦ)¹ разработал специальное программное обеспечение. В нём используются модификации "порогового" и "контекстуального" алгоритмов.

Для того, чтобы начать их применение, необходимо провести предварительный визуальный анализ исходного изображения с целью выявления явных очагов пожаров.

В России и других странах имеются программы автоматического мониторинга лесных пожаров.

На базе станций приёма со спутников NOAA, расположенных в г. Москва (НИЦ "Планета") и г. Иркутск (Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук) реализован проект представления данных космического мониторинга лесных пожаров в Internet [1].

По космическим снимкам не только обнаруживаются лесные пожары, но и осуществляется прогноз опасности их возникновения, оценка ущерба от лесных пожаров.

Чтобы оградить населённые пункты от лесных пожаров, необходим комплекс мероприятий, который предусматривает прокладывание просек в кустарнике, мелколесье; отрыв котлованов, обустройство рвов, траншей; минерализованных полос. Для этих целей рекомендуется технология предупреждения ЧС при возникновении лесных пожаров в виде использования бульдозера на артиллерийском тягаче модернизированного (БАТ-М), который доставляется к месту назначения посредством трала (рис.1, 2).

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)



Рис. 1. БАТ-М делает опашку
[http://i.ytimg.com/vi/Oq96_nkpw2k/maxresdefault.jpg]



Рисунок 2. БАТ-М в работе
[https://i1.wp.com/ic.pics.livejournal.com/lewhobotov/78447514/2329982/2329982_original.jpg]

Выводы

Комплексный анализ лесопожарной обстановки на территории Саха (Якутия) в летний период сезона 2021 года показал необходимость:

- постоянно проводить мониторинг и прогнозирование возможных рисков возникновения лесных пожаров,
- усилить борьбу с "черными лесорубами";
- проводить с привлечением средств массовой информации разъяснительную работу с населением по соблюдению мер и правил пожарной безопасности при посещении лесных массивов в пожароопасный период.

Кроме этого, предлагается технология предупреждения чрезвычайных ситуаций при возникновении лесных пожаров в виде использования бульдозера на артиллерийском тягаче модернизированного (БАТ-М).

Литература

1. Прошин А.А., Бурцева Т.Н. Т.Н., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Милехин О.Е., Мазуров А.А., Флитман Е.В., Ковалев А.Ф., Кормашева Т.Л. Автоматизированная система сбора, обработки и представления спутниковых данных НИЦ "Планета" // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2004. Вып. 1. Т. 1. С. 317-323.

А.Л. Холостов, П.А. Леутов, А.Г. Шкуратов
АНАЛИЗ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ
СРЕДСТВ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ

Предложен способ оценки функционирования средств пожарной автоматики на основе прогнозируемого ущерба. Для оценки используются коэффициенты, характеризующие особенности объекта с точки зрения пожарной нагрузки, и временные показатели, характеризующие действие средств пожарной автоматики.

Ключевые слова: пожарная автоматика, ущерб от пожара, быстродействие средств пожарной автоматики.

A.L. Kholostov, P.A. Leutov, A.G. Shkuratov
ANALYSIS OF THE PERFORMANCE
OF FIRE AUTOMATION EQUIPMENT

A method for assessing the functioning of fire automation equipment based on the predicted damage is proposed. Coefficients characterizing the features of the object from the point of view of fire load and time indicators characterizing the action of fire automation equipment are used for evaluation.

Key words: fire automation, fire damage, speed of fire automation equipment.

Одной из важнейших функций систем пожарной автоматики является раннее обнаружение пожара на объекте и сведение к минимуму ущерба, в случае его возникновения. Таким образом, оценивая эффективность использования средств пожарной автоматики, необходимо проанализировать и ущерб, который возможен в случае их штатного срабатывания.

В общем виде величина ущерба (рис. 1) может зависеть от немедленного принятия мер со стороны средств пожарной автоматики, в том числе установок пожарной сигнализации, пожаротушения и систем оповещения и управления эвакуацией:

$$C_y = C_y^{\max} (1 - P_n), \quad (1)$$

или "отказа" при эксплуатации этих систем:

$$C_y = C_y^{\max} P_{\text{отк}}, \quad (2)$$

где C_y – текущее значение величины ущерба; C_y^{\max} – максимальное значение величины ущерба; P_n – вероятность немедленного реагирования средств автоматики; $P_{\text{отк}}$ – вероятность отказа средств автоматики.

Кроме того, возможный ущерб (даже при штатном функционировании) также зависит и от особенностей самого объекта. Количества и характеристик горючих материалов, особенностей планировки и некоторых других, влияющих на характер и скорость развития пожара.

Развитие прогнозируемого ущерба в этом случае может быть описано аналитическим выражением [1, 2]:

$$C(t) = C_{\max} (1 - e^{-k_1 t})^{k_2}, \quad (3)$$

где C и C_{\max} – текущая и максимальная величины ущерба; t – время; k_1 и k_2 – эмпирические коэффициенты, зависящие от характеристик объекта.

Срабатывание средств пожарной автоматики в момент времени t_0 , позволяет уменьшить ущерб до величины $C_y < C_{\max}$ (рис. 2). Эта величина может быть использована в качестве целевой, если решается задача синтеза или расчётной, если решается задача анализа.

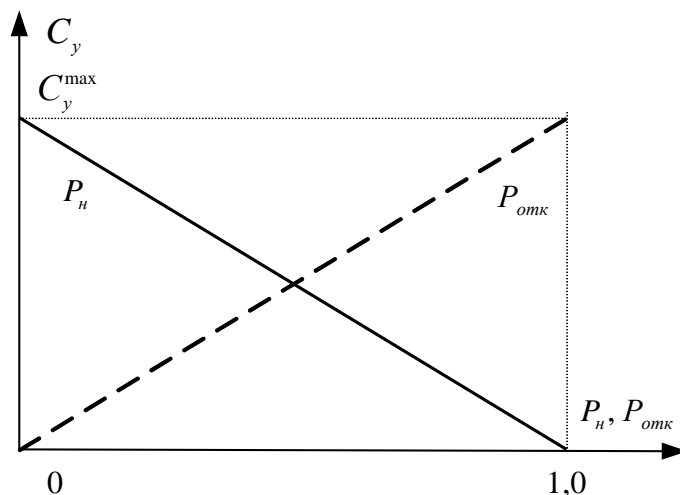


Рис. 1. Зависимость развития ущерба от вероятности немедленного реагирования (отказа) средств пожарной автоматики

Модель развития ущерба (рис. 2):

$$\bar{C}(\tau) \approx \begin{cases} (1 - e^{-\tau})^{k_2}, & \text{при } t \leq t_0; \\ (1 - e^{-\tau})^{k_2} - k_3(\tau - \tau_0), & \text{при } t_0 < t < t_l; \\ C_y, & \text{при } t > t_l, \end{cases} \quad (4)$$

где $\bar{C} = C / C_{\max}$ – относительный ущерб; $\tau = tk_1$ – безразмерное время ($\tau_0 = t_0 k_1$); k_3 – приведённая скорость ликвидации (тушения пожара); t_l – время завершения тушения.

При таком подходе можно решать задачи анализа и синтеза систем пожарной автоматики. При решении задачи анализа определяется ожидаемый ущерб C_y , исходя из возможностей средств автоматики (k_1 , k_2 , τ_0 и k_3).

При решении задачи синтеза системы определяются её основные характеристики (время реагирования на пожар t_0 , скорость компенсации его последствий k_3) исходя из максимально возможного ущерба C_{max} и предельно допустимого ущерба C_y .

Величина ущерба C_y может быть определена из выражения:

$$C_y = (1 - e^{-\tau_l})^{k_2} - k_3(\tau_l - \tau_0), \quad (5)$$

где $\tau_l = t_l k_1$.

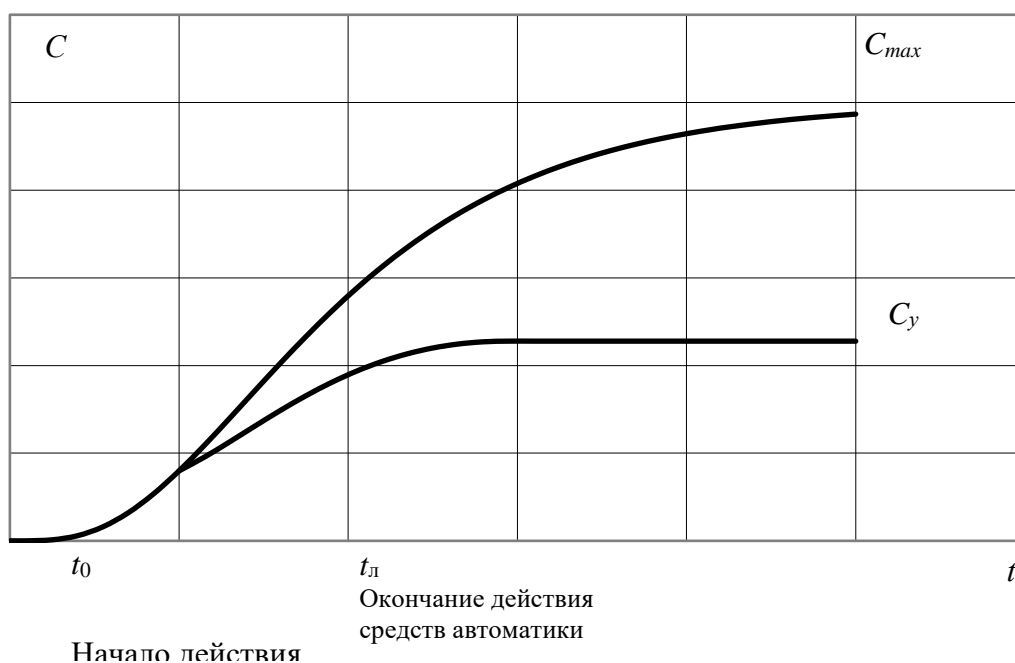


Рис. 2. Динамика изменения прогнозируемого ущерба

Для нахождения точки экстремума (момента окончания действия средств автоматики) приравняем к нулю производную выражения (5):

$$\frac{dC_y}{d\tau} = k_2(1 - e^{-\tau})^{k_2-1} e^{-\tau} - k_3 = 0. \quad (4)$$

Величина τ_l , определяется на основе модели (4) из трансцендентного уравнения:

$$e^{-\tau_k} (1 - e^{-\tau_k})^{k_2 - 1} \frac{k_2}{k_3} = 1, \quad (7)$$

при этом

$$\tau_l = \begin{cases} \tau_k & \text{при } \tau_k > \tau_0; \\ \tau_0 & \text{при } \tau_k < \tau_0. \end{cases} \quad (8)$$

Решение уравнения (7) возможно различными методами – численно или, например, графическим путём (рис. 3).

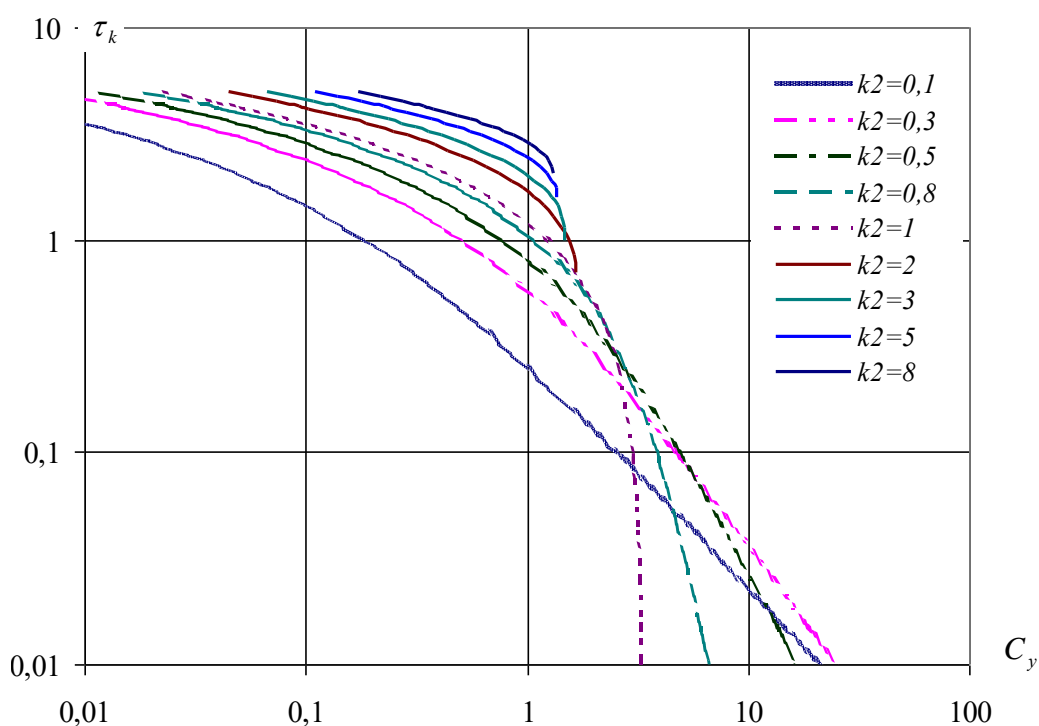


Рис. 3. Оценка величины приведённого времени τ_l по выражению (5)

Однако для некоторых значений k_2 найдено аналитическое решение:

$$\tau_k = \begin{cases} -\ln \left[2k_3 \left(\sqrt{k_3^2 + 1} - k_3 \right) \right], & \text{при } k_2 = 0,5; \\ -\ln k_3, & \text{при } k_2 = 1; \\ -\ln \frac{1 - \sqrt{1 - 2k_3}}{2}, & \text{при } k_2 = 2, k_3 < 0,5. \end{cases} \quad (9)$$

Таким образом, в зависимости от характеристик конкретного объекта, которые можно отразить с помощью коэффициентов k_1 и k_2 , и возможностей средств пожарной автоматики объекта, (параметры t_0 и k_3) становится возможным оценить прогнозируемый ущерб от опасного события и ожидаемую продолжительность его ликвидации. Это позволяет решать задачи анализа и синтеза при эксплуатации и проектировании средств пожарной автоматики с учётом потенциального ущерба.

Ниже в табл. 1 приведены результаты расчётов по выражению (5).

Таблица 1

Оценка ущерба (C_y), продолжительности действия средств автоматики ($t_{л}$) и времени начала действия средств автоматики (t_0)

k_2	$C_{\max} = 100 \%, k_3 = 0,2, k_1 = 0,5$			$C_{\text{доп}} = 55 \%, k_1 = 0,5$	
	$t_0 = 1$	$t_0 = 2$	$t_0 = 3$	$k_3 = 0,3$	$k_3 = 0,2$
	$t_{л} / C_y$	$t_{л} / C_y$	$t_{л} / C_y$	$t_0 / t_{л}$	$t_{л} / t_0$
0,1	-	22/39	22/41	-	-
0,3	7,3/42	7,3/47	7,3/53	-	-
0,5	4,4/45	4,4/55	4,4/65	0,32 / 1,6	-
0,8	2,7/52	2,7/67	3/82	1,04 / 2,13	0,33/2,88
1	2,2/55	2,2/75	-	1,41 / 2,41	0,72/3,22
2	1,1/75	2/96	-	2,61 / 3,39	1,99 / 4,37
3	1/90	-	-	3,36 / 4,03	2,76 / 5,09

Полученные результаты демонстрируют возможность оценить эффективность средств пожарной автоматики и величину потенциального ущерба в зависимости от времени их срабатывания и характеристик объекта.

Литература

1. Таранцев А.А., Холостов А.Л., Третьяков А.И. Методы оценки ущерба от пожаров // Матер. 9-й междунар. науч.-практ. конф. "Системы безопасности – 2000". М.: Академия ГПС МВД России, 2000. С. 101-104.
2. Топольский Н.Г., Слуев В.И., Холостов А.Л., Манин П.А. Информационное обеспечение оценки прогнозируемого ущерба от опасных событий // Технологии технологической безопасности. 2010. Вып. 5 (33). <http://www.academygps.ru/ttb>.

Т.П. Сысоева

СОВРЕМЕННЫЕ УГРОЗЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Для Арктики особенно опасны аварии, связанные с разливами и пожарами нефти. В качестве опасного источника чрезвычайных ситуаций рассматривается процесс таяния вечной мерзлоты. На данный момент самое эффективное применение существующих и перспективных методов оценки и прогноза геофизических условий функционирования различных систем в Арктической зоне возможно только в рамках программных мероприятий с привлечением представителей заказчика, разработчика, Росгидромета и т.д.

Ключевые слова: экология, арктическая зона, авария, нефтедобыча, вечная мерзлота.

T.P. Sysoyeva

MODERN THREATS TO TECHNOSPHERE SECURITY IN ARCTIC ZONE OF RUSSIAN FEDERATION

Accidents related to oil spills and fires are especially dangerous for the Arctic. The process of permafrost melting is considered as a dangerous source of emergencies. At the moment, the most effective application of existing and promising methods for assessing and forecasting the geophysical conditions of the functioning of various systems in the Arctic zone is possible only within the framework of program activities involving representatives of the customer, developer, Roshydromet, etc.

Key words: ecology, arctic zone, accident, oil production, permafrost.

Согласно данным проведённым фундаментальным исследованиям, основные экологические угрозы в Арктике связаны с климатическими изменениям и развитием техносферы [1]. Развитие техносферы в основном определяет добыча, хранение и транспортировка полезных ископаемых.

Техносфера Арктики включает промышленные объекты, военные объекты, транспортную инфраструктуру и процессы освоения углеводородных месторождений. К транспортной инфраструктуре относится строительство дорог на суше и восстановление и развитие Северного морского пути (СМП) [2]. В Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) к наиболее опасными в плане масштабного экологического ущерба относятся аварийные разливы нефти.

Для хрупкой и ранимой экологии Арктики особенно опасны аварии, связанные с разливами и пожарами нефти, открытые газовые и нефтяные фонтаны [3]. Нефть и нефтепродукты относятся к классу токсичных веществ, обладающих канцерогенными и мутагенными свойствами. Разливы нефти и нефтепродуктов по российскому законодательству классифицируются как чрезвычайная ситуация. МЧС России в зависимости от объёма и площади разлива нефти и нефтепродуктов на

местности выделяет ЧС следующих категорий: локального значения (до 100 тонн нефти); муниципального (до 500 тонн нефти); территориального (до 1000 тонн нефти); регионального (до 5000 тонн нефти); федерального значения (свыше 5000 тонн нефти). Ликвидация нефтяных разливов представляет собой сложную и затратную задачу, особенно в условиях Арктики [4]. Поэтому постоянное повышение степени готовности к реагированию на ЧС с разливами нефти и нефтепродуктов является важнейшей задачей в аспекте сохранения экологического равновесия в Арктике.

Общая площадь АЗРФ — 3630296,819 км², что составляет 21,2 % от площади Российской Федерации. 80 % населения АЗРФ проживает в городах.

В основном для городов АЗРФ характерна развитая и развивающаяся промышленность, связанная с нефтегазовой и горнодобывающей отраслью. Данные о влиянии техногенных экологических факторов промышленных городов АЗРФ на экологическое состояние окружающей среды систематизированы в следующей табл. 1.

Таблица 1

Источники загрязнений и последствия воздействий на окружающую среду

Субъекты РФ	Источники загрязнений	Загрязнители	Последствия воздействий
Красноярский край (Магнитогорск, Норильск, Красноярск)	Горнометаллургическая промышленность. Горнодобывающая промышленность. Целлюлозно-бумажная промышленность	Атмосферные диоксиды серы, оксиды углерода, сажа. Почвенные горные выработки, отвалы, гидроотвалы, хвостохранилища. Поверхностных и подземных вод – тяжёлые металлы, цинк, свинец	Загрязнение воздушной среды выброс в атмосферу пыли и химических соединений. Загрязнение почвы вследствие осаждения пыли и веществ; происходят эрозионные процессы, снижается плодородие почв, изменяется растительный покров. Кислотные дожди, связанные с диоксидом серы и оксидами азота, наносят огромный вред лесным биоценозам. Особенно страдают хвойные леса. Загрязнение водных бассейнов вследствие сброса сточных вод предприятиями. Увеличение болезней крови и кровеносных органов, органов дыхания, злокачественных новообразований. В целом санитарно-эпидемиологическая обстановка на территории промышленных городов Красноярского края оценивается как неблагоприятная.
Мурманская область (Мончегорск, Апатиты, Североморск)	Цветная металлургия, горнодобывающая промышленность, радиоактивные отходы (РАО)	Атмосферные: бензопирен, фтористые соединения, окислы азота, тяжёлые металлы. Выбросы в атмо-	Загрязнение (запыление и загазование) воздуха, нарушение почвенно-растительного покрова, появление "северных пустынь" в окрестностях комбинатов цветной металлургии, увеличение концентраций тяжёлых

Субъекты РФ	Источники загрязнений	Загрязнители	Последствия воздействий
		<p>сферный воздух являются вторичными загрязнителями почвы.</p> <p>Сточные воды предприятий цветной металлургии загрязнены минеральными веществами, фотореагентами, большинство, которых токсичны (цианиды, ксантогенаты, нефтепродукты и др.), солями тяжелых металлов, мышьяком, фтором, сурьмой, сульфатами, хлоридами и т.д.</p>	<p>металлов, ухудшение качества воды</p> <p>Увеличение болезней системы кровообращения, новообразований.</p> <p>В целом санитарно-эпидемиологическая обстановка на территории промышленных городов Мурманской области оценивается как неблагополучная.</p>
<p>Архангельская область (Архангельск, Северодвинск, Новодвинск)</p>	<p>Целлюлозно-бумажная промышленность, деревообрабатывающая промышленность</p>	<p>Атмосферные загрязнения – пыль (сульфат натрия и щелочь), сернистый ангидрид, сероводород, метилмеркаптан, окислы азота, углерода, хлора, фенолы.</p> <p>Загрязнение сточных вод предприятий. Загрязнение атмосферы является источником загрязнения почв.</p> <p>Вырубка лесов</p>	<p>Вырубка леса ухудшает гидрологический режим водоёмов, увеличивает количество азота в почве в результате разложения корней – это имеет неблагоприятное влияние на растения, а также препятствует росту новых деревьев, меняется среда обитания для животных, птиц и насекомых, отмечается усиление ветра, увеличение количества штормовых явлений и других природных катаклизмов. Повышается уровень колебаний температур. Загрязнение атмосферы серой и её соединениями приводит к возрастанию заболеваний органов дыхания.</p>
<p>Республика Саха (Якутск, Мирный и др.)</p>	<p>Алмазодобывающая промышленность, горнометаллургическая промышленность</p>	<p>Воздействуют на все без исключения природные сферы</p>	<p>Сильно пострадали от сброса в речную сеть высокоминерализованных вод природные комплексы в бассейне р. Виллой, а также водные экосистемы. Большой объём отходов (отвалов), хвостохранилищ приводит к угнетению и уничтожению естественной растительности. Происходит миграция и сокращение численности диких животных, снижение продуктивности сельского и лесного хозяйства, животноводства и рыбного хозяйства. Вследствие ухудшения качества питьевой воды обостряются инфекционные заболевания печени, желудочно-кишечного тракта, органов дыхания.</p>

К опасным природным опасностям и рискам относятся геокриологические процессы, степень опасности которых зависит от масштабности территории [5]. Мощным фактором активизации геокриологических процессов в АЗРФ является деградация многолетнемерзлых толщ (вечной мерзлоты) в связи с глобальным повышением среднегодовой температуры на Земле.

Согласно данным Росгидромета, температурный режим в АЗРФ в 2017 году превысил нормы на 3-4 градуса по сравнению с 1936 годом. Отмечено и значительное превышение нормы осадков.

На природный мир Арктики в последние три десятилетия сильное влияние оказывает изменение климата – глобальное потепление. В качестве опасного источника чрезвычайных ситуаций рассматривается процесс таяния вечной мерзлоты. Проблема таяния вечной мерзлоты актуализируется одновременно с промышленным освоением АЗРФ.

Согласно мнению группы учёных, опубликованному в журнале "Nature Communications", таяние вечной мерзлоты остановить невозможно и это не зависит от Парижских соглашений. По мнению специалистов, причиной таяния и деградации вечной мерзлоты является изменение климата – потепление, а вечную мерзлоту уже переименовали в многолетнюю мерзлотную почву. Таяние идёт быстрее, чем предполагали ранее, движение талой воды в толще мерзлоты ещё больше способствует таянию, что по оврагам и берегам рек приводит к оползням. Глобальное потепление усугубляется из-за стихийных пожаров в тундре, число которых растёт и которые возникают в связи с высвобождением большого количества вмёрзшей в почву органики и процессов её гниения. Возникают аварии на ранее построенных по старой технологии трубопроводах.

Разрушение почвы на территориях нефтедобывающих и газовых вышек, большая часть которых расположена на вечной мерзлоте, опасно дестабилизацией ситуации во всем мире в том плане, что 30 % европейских запросов на газ обеспечивает, в частности, Ямало-ненецкий автономный округ.

Нарушения структуры мерзлотных почв в Арктике связаны и с образованием кратеров. В 2014 году на территории Ямала и Таймыра в зоне вечной мерзлоты с вертолёта были обнаружены огромные воронки – кратеры, исследование причин образования и последствий которых в последние годы заметно актуализировались в связи с развитием на Ямале работ

по освоению и транспортировке газа. В 2018 году в журнале "Scientific Reports" была опубликована статья сотрудников МГУ, посвящённая происхождению кратера на Ямале с точки зрения криовулканизма – геологического явления, присутствие которого на Земле ранее не предполагалось. Авторы наблюдали за кратером на Ямале с 2015 года и выяснили, что он образовался на месте находившегося там бугра вспучивания ("пинго" или "булгуннях" на языке ненцев). Один из 1350 бугров расположен на полуострове северо-запада Канады. В России свыше 6000 таких бугров, в северной Америке – 3500, есть такие бугры и в скандинавских странах – Гренландии, Шпицбергене, а также в Монголии, Тибете. Высота бугров колеблется в пределах от одного до 50 м и даже больше, диаметр – от нескольких метров до сотен метров.

Дальнейшие геологические исследования позволили сделать заключение, что образование кратера связано с взрывом газа метана, накопившегося в талой воде. В таких случаях извергается вода, метан, азот и углеводороды, что происходит при низких температурах и ранее наблюдалась только на других планетах. В 2017 году около села Сеяха местные жители стали очевидцами взрыва, в результате которого появился кратер глубиной с девятиэтажный дом. Благодаря контактам с местным населением была экстренно организована научная экспедиция, что позволило выявить природный генезис выброса газа. Изучение снимков из космоса дало геологам возможность понять, по каким признакам следует искать опасные места.

Бугры вспучивания хорошо идентифицируются на космических снимках. К настоящему времени на Ямале зарегистрировано 10 гигантских кратеров и 368 озёр с многочисленными кратерами выбросов газа на дне. На протяжении последних 5 лет выяснилось, что взрывы бугров пучения и образование воронок неоднократно наблюдало местное население, даже с выбросом пламени. Для определения опасности геологи изучают и составляют атласы бугров, расположенных в местах прокладки трубопроводов. Наблюдаемое повышение сейсмоактивности при таких природных взрывах диктует необходимость оснащения районов месторождений сейсмоматчиками.

При облёте территории Ямала на вертолёте выявили, что бугры пучения расположены в зонах прохождения трубопроводов и "буквально подпирают их". Существует угроза взрывов и, соответственно, аварий. Некоторые компании в качестве предупреждения взрывов откачивают из пласта воду – упреждающее разбуривание.

Бугры пучения хорошо известны местному кочующему населению. Пучение грунтов происходит в разных породах по-разному, явление это сложное и до конца не изученное, но происходит только в местах мёрзлых пород и создаёт проблемы для хозяйственного освоения АЗРФ. Результатом является не только риск разрушения зданий, сооружений, трубопроводов, но и разрушение железных дорог.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что представленный материал однозначно свидетельствует о важности сотрудничества Арктических комплексных аварийно-спасательных центров МЧС России с местным населением, с другими ведомостями и предприятиями, проводящими там различные добывающие работы, для готовности к реагированию на возможные взрывы и образование кратеров, особенно в районах прокладки трубопроводов и других объектов техносферы. В рамках научно-исследовательских работ на базе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России продолжаются научные работы по данной тематике, результаты этих работ будут опубликованы по их завершению.

Литература

1. Болсуновская Ю.А., Боярко Г.Ю. Особые экологические риски в системе обеспечения экологической безопасности арктического региона // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 9-12. С. 2725-2728.

2. Денисов В.В., Денисова И.А., Гутенев В.В., Фесенко Л.Н. Основы инженерной экологии. Ростов-на-Дону: изд-во "Феникс", 2013. 623 с.

3. Виды аварийно-спасательных работ. Противопонтаные работы. <https://uk-cert.ru/news/asr-prfr/>

4. Коннова Л.А., Шарапов С.В. Современные подходы к минимизации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов и их последствий в Арктической зоне Российской Федерации // *Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности*. 2018. № 3. С. 32-40.

5. Гарагуля Л.С., Ершов Э.Д., Гордеева Г.И. и др. Опасность геокриологических процессов // *Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций*. Под ред. Шойгу С.К. М.: изд-во "Феория", 2011. 252 с.

Р.В. Мироненко

ВЛИЯНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ НА ВРЕМЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАСЧЁТЕ НЕОБХОДИМОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ

Получены экспериментальные данные о влиянии количества каналов и частоты оперативной памяти на время компьютерного моделирования при расчёте необходимого времени эвакуации. Данные позволят прогнозировать трудозатраты специалиста по расчёту пожарного риска.

Ключевые слова: пожарный риск, моделирование пожара, скорость моделирования, оптимизация расчёта.

R.V. Mironenko

THE INFLUENCE OF RANDOM ACCESS MEMORY ON THE TIME OF COMPUTER SIMULATION WHEN CALCULATING THE REQUIRED EVACUATION TIME IN CASE OF FIRE

Experimental data have been obtained on the influence of the number of channels and the frequency of RAM on the time of computer simulation when calculating the necessary evacuation time. The data will make it possible to predict the labor costs of a fire risk calculation specialist.

Key words: fire risks, fire simulation, simulation speed, calculation optimization.

В России и в ряде зарубежных стран активно развивается направление по созданию систем обеспечения пожарной безопасности на основе расчётных методик, получившее название функционально-ориентированное проектирование. В России данное направление получило название гибкое нормирование [1].

Очередным этапом развития гибкого нормирования в России стало издание [2, 3] для расчёта пожарного риска на объектах защиты.

Неотъемлемой частью проектной документации на объекты защиты стал расчёт пожарного риска, который включает в себя расчёт времени эвакуации людей при пожаре и расчёт необходимого времени эвакуации.

Расчёт пожарных рисков можно разделить условно на три этапа:

- расчёт времени эвакуации при пожаре;
- расчёт необходимого времени эвакуации;
- обработка результатов расчётов.

На сегодняшний день наиболее трудозатратным этапом расчётов пожарных рисков с точки зрения потерь времени специалистом является расчёт необходимого времени эвакуации при пожаре. Согласно утверждённым методикам [2, 3] расчёт необходимого времени эвакуации при пожаре можно осуществить с помощью трёх математических моделей (интегральная, двухзонная (зонная или зональная), полевая (дифференциальная)).

Наиболее универсальной математической моделью пожара является полевая. Полевой метод моделирования пожара не лишён своих минусов, главным из которых является не время построения расчётной модели, а время компьютерного моделирования.

Расчёты необходимого времени эвакуации проводят в специализированных программных продуктах. Наиболее известным программным продуктом реализующим полевую (дифференциальную) модель развития пожара в мире являются – Fire Dynamics Simulator (FDS). На сегодняшний день в России 86 % расчётов необходимого времени эвакуации по полемому методу моделирования пожара производится в программных продуктах на основе FDS. В дальнейшем пойдёт речь о расчётах в программных продуктах на основе FDS.

Время компьютерного моделирования зависит в основном от:

- состава компьютерных комплектующих (параметры процессора, жёсткого диска и т.д.);
- оптимизации расчётной области;
- параметров расчётной сетки.

Остановимся по подробнее на влияние характеристик компьютерных комплектующих на время компьютерного моделирования. В этой публикации обратим внимание на материнские платы и модули оперативной памяти.

В основном материнские платы умеют работать как в одноканальном, так и многоканальных режимах.

Было решено провести серии качественных численных экспериментов по установлению влияния количество каналов оперативной памяти и количество сеток на время компьютерного моделирования.

В качестве экспериментального стенда для первой серии численных экспериментов использовался персональный компьютер со следующими комплектующими (одноканальный режим работы оперативной памяти):

- процессор Intel I5-3470;
- материнская плата Asrock H61M-VG4;
- оперативная память Samsung M378B1G73EB0-CK0 8 Гб;
- твердотельный накопитель Crucial CT250MX200SSD1 250 Гб.

Во второй серии численных экспериментов использовался персональный компьютер со следующими комплектующими (двухканальный режим работы оперативной памяти):

- процессор Intel I5-3470;
- материнская плата Asrock H61M-VG4;
- оперативная память Samsung M378B5173EB0-УК0 2×4 Гб (общий объём 8 Гб);
- твердотельный накопитель Crucial CT250MX200SSD1 250 Гб.

Материнская плата Asrock H61M-VG4 поддерживает одноканальный и двухканальный режим работы оперативной памяти. Режимы работы зависят от количество вставленных модулей оперативной памяти.

На экспериментальных стендах устанавливалась операционная система Windows 10. Минимальное необходимое количество оперативной памяти для стабильной работы Windows 10 составляет 2 Гб.

Версия FDS использовалась 6.7.1. В качестве графической оболочки для FDS был выбран Pyrosim версии 2019.3.1204.

Учитывая тот факт, что для стабильной работы Windows 10 необходимо минимум 2 Гб не занятой оперативной памяти, в качестве экспериментальной модели для расчёта была выбрана расчётная область размерами $10 \times 937,5 \times 10$ м, размер ячеек $0,25 \times 0,25 \times 0,25$ м и общим количеством ячеек 6 000 000. Очагом пожара было выбрано горение автомашины [4]. Размер очага пожара $2 \times 4,5$ м. Горение начинается в центре очага. Время моделирования 10 с.

Используемый в экспериментальных стендах процессор Intel i5-3470 имеет 4 ядра, 4 потока, поэтому было решено произвести в двух сериях экспериментов по три качественных эксперимента:

- в первом эксперименте одна расчётная сетка (расчётная сетка 1 – 6 000 000 ячеек);

- во втором эксперименте две расчётных сетки (расчётная сетка 1 – 3 000 000 ячеек, расчётная сетка 2 – 3 000 000 ячеек);

- в третьем эксперименте четыре расчётных сетки (расчётная сетка 1 – 1 500 000 ячеек, расчётная сетка 2 – 1 500 000 ячеек, расчётная сетка 3 – 1 500 000 ячеек, расчётная сетка 4 – 1 500 000).

Во время серий экспериментов замерялось время, затрачиваемое на компьютерное моделирование при моделировании в зависимости от каналов оперативной памяти.

Результаты экспериментов представлены на рис. 1.

Серии экспериментов показали, что при использовании двух каналов оперативной памяти и 4 расчётных сеток, время компьютерного моделирования может снижаться до 31 %.

Одним из основных показателей оперативной памяти является частота. Частота оперативной памяти влияет на частоту передачи данных.

Было решено провести серию качественных численных экспериментов по установлению влияния частоты оперативной памяти на время компьютерного моделирования.

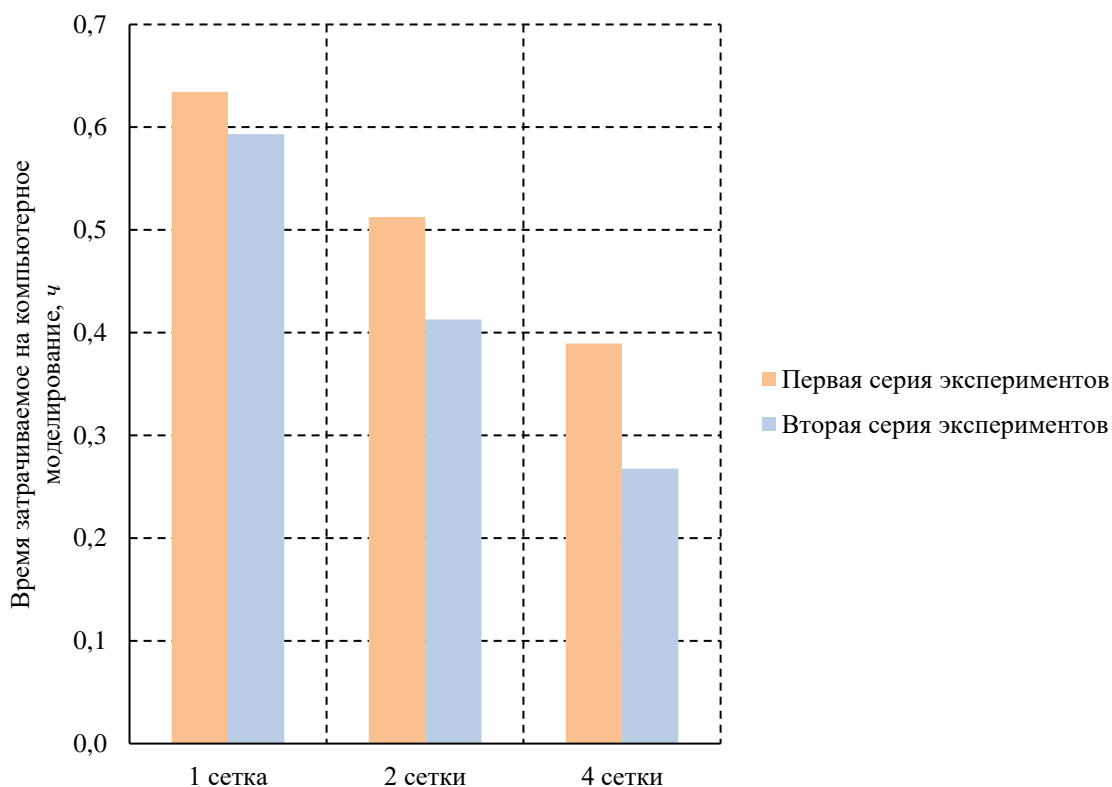


Рис. 1. Время, затрачиваемое на компьютерное моделирование экспериментальной модели

В качестве экспериментального стенда использовался персональный компьютер со следующими комплектующими:

- процессор Intel I5-3470;
- материнская плата Asrock H61M-VG4;
- оперативная память Samsung M378B1G73EB0-CK0 2x8 Гб (общий объём 16 Гб);
- твердотельный накопитель Crucial CT250MX200SSD1 250 Гб.

Оперативная память Samsung M378B1G73EB0-CK0 может работать с частотой 800, 1066, 1333, 1400 и 1600 МГц.

Учитывая тот факт, что для стабильной работы Windows 10 необходимо минимум 2 Гб не занятой оперативной памяти, в качестве экспериментальной модели для расчёта была выбрана расчётная область размера-ми $10 \times 937,5 \times 10$ м, размер ячеек $0,25 \times 0,25 \times 0,25$ м и общим количеством ячеек 14 000 000. Очагом пожара было выбрано горение автомашины [4]. Размер очага пожара $2 \times 4,5$ м. Горение начинается в центре очага. Время моделирования 10 с.

Во время экспериментов замерялось время, затрачиваемое на компьютерное моделирование при моделировании в зависимости от частоты оперативной памяти.

Результаты экспериментов представлены на рис. 2.



Рис. 2. Время, затрачиваемое на компьютерное моделирование экспериментальной модели

Эксперименты показали, что с увеличением частоты оперативной памяти сокращается время компьютерного моделирования. На экспериментальном стенде время компьютерного моделирования при увеличении частоты оперативной памяти сократилось до 30 %.

В выводе хотелось бы отметить, что при оптимизации расчётной модели, правильно подобранных и настроенных комплектующих можно сократить время компьютерного моделирования на треть.

Литература

1. Пронин Д.Г., Корольченко Д.А. Научно-техническое обоснование размеров пожарных отсеков в зданиях и сооружениях: монография. М.: Пожнаука, 2014. 104 с.
2. Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 "Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности" (зарег. в Минюсте РФ 06.08.2009 № 14486).
3. Приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 "Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска на производственных объектах (в ред. от 12.12.2011, зарег. в Минюсте РФ 06.08.2009 № 14486).
4. Карькин И.Н. Работа в программном комплексе FireCat. Библиотека реакций и поверхностей горения в PyroSim Редакция 5 // Электрон. дан. 2020, 42 с.

В.П. Сорокоумов, В.А. Аристархов
ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ К ПРИМЕНЕНИЮ
МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Рассматривается реализация основных требований по оценке технической готовности к применению мобильных средств пожаротушения. Предложены виды дополнительного учёта, анализа и их показатели при проведении эксплуатации всех типов пожарных автомобилей.

Ключевые слова: техническая готовность, мобильные средства пожаротушения, оценка готовности.

V.P. Sorokoumov, V.A. Aristarkhov
ASSESSMENT OF READINESS FOR THE USE
OF MOBILE FIRE EXTINGUISHING EQUIPMENT

The implementation of the basic requirements for assessing the technical readiness for the use of mobile fire extinguishing equipment is considered. The types of additional accounting, analysis and their indicators during the operation of all types of fire trucks are proposed.

Key words: technical readiness, mobile fire extinguishing equipment, readiness assessment.

В системе МЧС России сегодня происходят существенные изменения, обусловленные уточнением характера задач, решаемых территориальными органами МЧС России. Происходящие изменения связаны с укрупнением организационно-штатных структур и ликвидацией самостоятельных юридических лиц МЧС России.

В связи с переходом на новые штатные структуры происходят изменения в организации эксплуатации техники, находящейся в подразделениях МЧС России.

МЧС России владеет большим количеством образцов техники: аварийно-спасательная техника, автомобильная техника, пожарные автомобили, подвижные средства технического обслуживания, ремонта, робототехнические средства, беспилотные авиационные системы, средства инженерного вооружения, средства радиационной, химической и биологической защиты, суда и т.д. [1]. Однако, как показывает анализ, к наиболее часто используемым видам техники относятся мобильные средства пожаротушения, а именно – пожарные автомобили.

Готовность мобильных средств пожаротушения (МОСП) к применению прямо определяет готовность подразделений МЧС России к конкретным действиям.

Для оценки готовности МОСП к применению проводятся осмотры техники, в том числе в рамках проверок подразделений МЧС России органами управления.

На рис. 1 показан результат анализа распределения парка МОСП по маркам шасси транспортных средств.

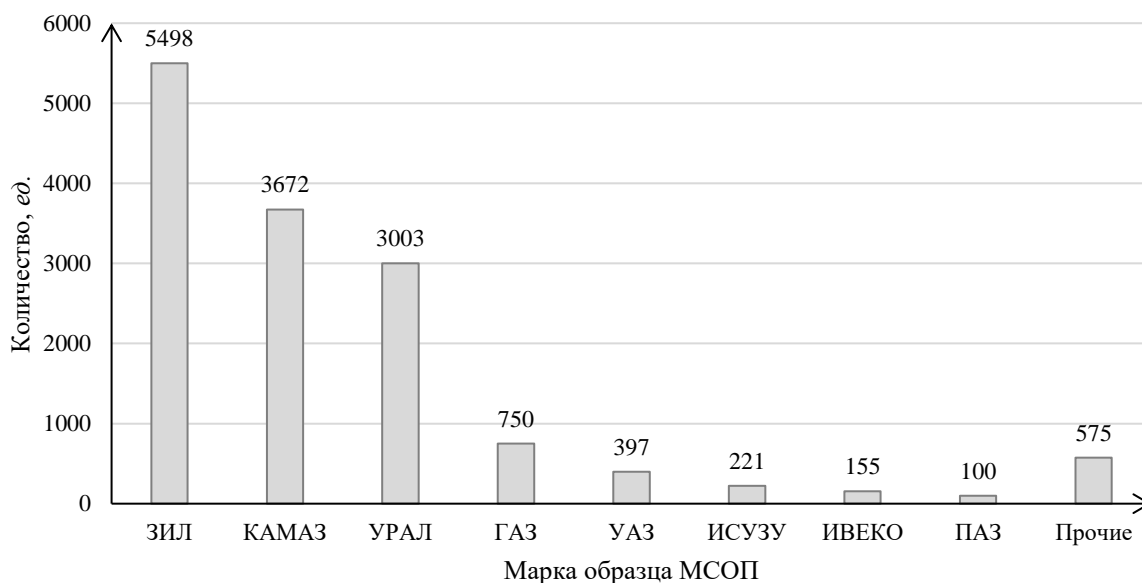


Рис. 1. Распределение парка МОСП по маркам шасси транспортных средств

Однако в настоящее время отсутствует единый подход к оценке готовности МОСП к применению, описаны лишь общие требования к состоянию образца, что ведёт к субъективной оценке готовности МОСП к использованию.

Высокий возрастной состав МОСП ещё более осложняет оценку готовности к применению. Проведённый анализ [2] показал, что по состоянию на 1 марта 2021 г. из имеющихся в наличии и предусмотренных табелями оснащённости МОСП около 84 % имеют наработку до 100 тыс км, при этом 42 % имеют срок службы 20 лет и более.

На рис. 2 показан результат анализа качественного состава парка МОСП.

В качестве показателя готовности подразделений МЧС России к применению является коэффициент технической готовности (КТГ).

КТГ в соответствии с [3] определяется как отношение количества исправных и работоспособных МОСП к их списочному составу ($N_{сп}$):

$$КТГ = N_{испр} / N_{сп},$$

где $N_{испр}$ – количество исправных и работоспособных МОСП, относящихся по своему техническому состоянию к I и II категориям.



Рис. 2. Качественный состав парка МОСП

В качестве критериев оценки готовности МОСП к применению возможно использование критериев, разделённых на несколько групп, которые будут относиться к различным аспектам оценки МОСП, а именно:

- критерии, связанные со штатно-табельным предназначением;
- критерии, связанные с техническим состоянием;
- критерии, связанные с обеспеченностью горюче-смазочными материалами (ГСМ) и спецжидкостями;
- критерии, связанные с наличием разрешительной документации и подготовленного водителя.

Указанные критерии представлены на рис. 3.

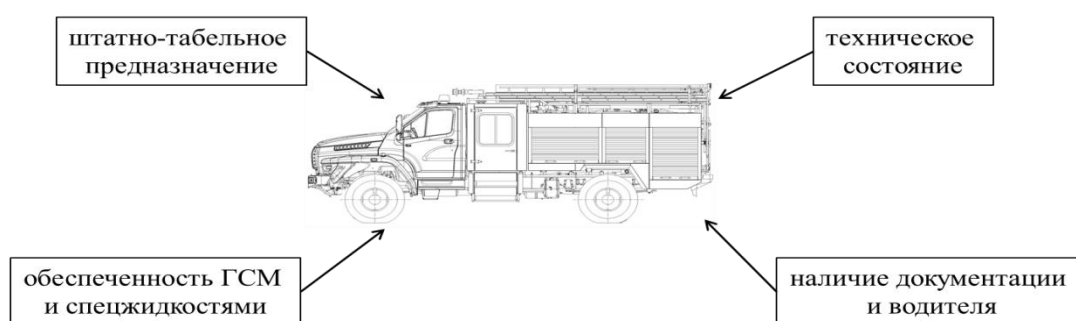


Рис. 3. Критерии оценки готовности МОСП к применению

Для проведения оценки готовности к применению МОСП, в том числе обеспечения качества заполнения контрольного листа, разработан алгоритм проведения оценки. В целях графического отображения блок-схемы использовался визуальный алгоритмический язык программирования и моделирования ДРАКОН [4], что позволит повысить активную безопасность автомобиля,

Факторы изложенные выше указывают на необходимость проведения дополнительных исследований в области оценки готовности МОСП к использованию.

Выводы

Для проведения оценки готовности к применению МОСП разработан алгоритм проведения оценки, что позволит повысить активную безопасность автомобиля, повысить надёжность, сократить эксплуатационные затраты, совершенствовать условия труда водителя.

Литература

1. Приказ МЧС России от 1 октября 2016 г. № 737 "Об утверждении руководства по организации материально-технического обеспечения министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий".

2. Аристархов В.А., Рожков А.В. Поддержка принятия решения о необходимости замены пожарных автомобилей в пожарно-спасательных подразделениях // Технологии техносферной безопасности. 2021. Вып. 2 (92). С. 106-115. <https://doi.org/10.25257/TTS.2021.2.92.106-115>

3. Приказ МЧС России от 15 октября 1997 г. № 614 "Об утверждении Инструкции по проверке и оценке состояния вооружения и техники в соединениях, воинских частях гражданской обороны, подведомственных МЧС России учреждениях и предприятиях". 66 с.

4. Паронджанов В.Д. Алгоритмы и жизнеритмы на языке ДРАКОН. Разработка алгоритмов. Безошибочные алгоритмы. М., 2019. 374 с.

5. Сорокоумов В.П., Жамурзов А.М. Показатели надёжности пожарных автомобилей // Матер. VII междунар. науч.-практ. конф. "Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации" в 2 ч. Ч. 2. М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. С. 141-144.

А.А. Иванов, А.В. Спиридонов, С.В. Гудин
**К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА
НА ПРЕДПРИЯТИИ ХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

Рассмотрены вопросы оценки рисков возникновения пожаров на предприятиях химической отрасли, рассмотрены мероприятия по их предупреждению. Проведён анализа риска возникновения пожаров на предприятиях химической отрасли. Определены цели и задачи анализа риска на различных этапах жизненного цикла химического предприятия.

Ключевые слова: пожар, предприятие химической отрасли, оценка рисков, предупреждение пожара, авария.

A.A. Ivanov, A.V. Spiridonov, S.V. Gudin
**ON THE ISSUE OF FIRE RISK ASSESSMENT
AT A CHEMICAL INDUSTRY ENTERPRISE**

Issues of assessing the risks of fires at chemical enterprises are considered, measures for their prevention are considered. The analysis of the risk of fires at the enterprises of the chemical industry was carried out. The goals and objectives of risk analysis at various stages of the life cycle of a chemical enterprise have been determined.

Key words: fire, chemical industry enterprise, risk assessment, fire prevention, accident.

С развитием технического прогресса наращиваются производственные мощности, увеличивается энергоёмкость производств, вводятся в эксплуатацию крупные химические объекты, тем самым возрастают риски возникновения пожаров, угрожающих как персоналу, так и расположенным зданиям и объектам в близости от них.

В табл. 1 приведены данные по пожарам в производственных зданиях за 2019, 2020 года.

Таблица 1

Статистические данные по пожарам за 2019, 2020 года в производственных зданиях

Объект, на котором возник пожар	Абсолютные данные		В % к предыдущему году	Процент от общих данных по России
	2019 год	2020 год		
Количество пожаров, <i>ед.</i>	3546	3438	-3,0	0,8
Погибло людей при пожарах, чел.	72	83	15,3	1,0
Травмировано людей при пожарах, чел.	133	138	3,8	1,6

В Российской Федерации функционирует больше 3600 химически опасных объектов (ХОО). В зонах повышенной опасности расположено 146 агломераций с населением более 100 *тыс* человек.

Анализ чрезвычайных ситуаций, связанных с риском пролива (выбросом) аварийно химически опасных веществ (АХОВ) [1], произошедших на ХОО в России, позволяет сделать вывод, что в окружающую среду (атмосферу, поверхность земли, водоисточники) поступили десятки, сотни тонн токсичных веществ, которые привели к загрязнению обширных территорий и нанесению вреда здоровью людей.

Статистика химических аварий за последние 5 лет показывает, что наибольшую опасность представляют:

- NH_3 (аммиак) – 22 %;
- минеральные кислоты – 19 %;
- Chlorine (хлор) – 12 %.

В 55 % случаях аварии с выбросом химических веществ происходят на транспорте, а оставшиеся 45 % приходятся на предприятиях [1].

Наибольший риск для жизни и здоровья людей связан с возникновением пожаров на эксплуатируемых ХОО.

Проведённый анализ показывает, что самыми распространёнными причинами пожаров являлись: износ оборудования, ошибки при проведении ремонтных работ, отказ или повреждение технологического оборудования и электрооборудования, недостаточный уровень внедрения систем промышленной и пожарной безопасности. Одним из примеров служит крупная авария на предприятии ГосНИИ "Кристалл" в Дзержинске 1 июня 2019 г., причиной которой послужило нарушение технологического процесса (рис. 1).



Рис. 1. Взрыв на предприятии ГосНИИ "Кристалл" в Дзержинске 1 июня 2019 г. [1]

Основными признаками возникновения опасных событий, сопровождающихся взрывами с разрушениями и гибелью людей являются:

- пожароопасность за счёт большого объёма выбросов паров;
- близкое совместное расположение различных типов источников повышенной опасности;
- большая скорость распространения аварийной ситуации, потенциал быстрой миграции огня и взрывов во всех направлениях;
- большая разрушительная способность.

Анализ риска пожаров на химических предприятиях является составной частью управления пожарной безопасностью. Он заключается в использовании доступной информации для идентификации опасностей и оценки риска опасных событий. Задача в предоставлении объективной информации о состоянии промышленной безопасности объекта; сведений о наиболее опасных, "слабых" местах с точки зрения безопасности; обоснованных рекомендаций по уменьшению риска. Вследствие чего выработано несколько эффективных методик выбора рациональных методов локализации и ликвидации последствий несанкционированных выбросов АХОВ [2].

Проведение анализа риска включает в себя: планирование и организацию работ; идентификацию опасностей; оценку риска; разработку рекомендаций по уменьшению риска. При наличии результатов анализа риска для подобного опасного производственного объекта или аналогичных технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, их возможно применять в качестве исходной информации. При этом следует указать, что объекты и процессы подобны, а имеющиеся отличия не будут значительны для результатов анализа [3].

Цели и задачи анализа риска отличаются на разных этапах жизненного цикла химического предприятия, следует их конкретизировать.

На этапе эксплуатации или реконструкции объекта это проверка соответствия условий эксплуатации требованиям безопасности; уточнение информации об основных опасностях и риска (в том числе при декларировании пожарной безопасности); совершенствование инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию, планов ликвидации (локализации) аварийных ситуаций на опасном производственном объекте; оценка эффекта изменения в организационных структурах, приёмах практической работы и технического обслуживания в отношении совершенствования системы управления пожарной безопасностью.

Основным требованием к выбору или определению критерия приемлемого риска является его обоснованность и определённая конкретность. Критерии приемлемого риска задаются нормативной документацией, определяются на этапе планирования анализа риска и (или) в процессе получения результатов анализа. Критерии приемлемого риска следует определять исходя из совокупности условий, включающих определенные требования безопасности и количественные показатели опасности. Условие приемлемости риска может выражаться в виде условий выполнения определенных требований пожарной безопасности, в том числе количественных критериев. Основой для определения критериев приемлемого риска являются: нормы и правила пожарной безопасности или иные документы по безопасности в анализируемой области; сведения о происшедших пожарах, инцидентах и их последствиях; опыт практической деятельности; социально-экономическая выгода от эксплуатации химического предприятия.

При обобщении оценок риска следует, по возможности, проанализировать неопределённость и точность полученных результатов.

Создание рекомендаций по уменьшению риска является заключительным этапом анализа риска. В рекомендациях отражаются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах оценок риска. Рекомендации могут носить технический и (или) организационный характер. Решающее значение имеет общая оценка эффективности и надёжности мер, размер затрат на их реализацию. На стадии эксплуатации химического предприятия организационные меры могут компенсировать ограниченные возможности для принятия крупных технических мер по уменьшению риска.

Вывод. Химическое производство является одним из наиболее опасных производств. Проведение анализа риска пожаров является неотъемлемой частью управления безопасностью объекта и позволяет снизить уровень аварийности и повысить безопасность данной отрасли.

Литература

1. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 г.: государственный доклад. М.: МЧС России; ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021. 259 с.
2. Артеменко В.Ф., Артеменко Г.В. Технология проведения специальных работ по ликвидации последствий химически опасных аварий: учеб. пос. М., ГАСИС, 2004. 40 с.
3. Меньшиков В.В., Швыряев В.В. Опасные химические объекты и техногенный риск. М.: изд-во МГУ. 2003. 254 с.

С.Ф. Лобова, Н.В. Петрова

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРИГИНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ МЕЖДУЭТАЖНОГО ПОЯСА С ПОМОЩЬЮ ПОЛЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Проанализированы результаты исследований по определению теплового воздействия на фасад здания от пламени пожара в случае разрушения остекления в помещении очага пожара. Установлены основные закономерности изменения формы и мощности внешнего факела в зависимости от геометрических параметров проема, вида пожарной нагрузки и помещения очага пожара. Проведено полевое моделирование теплового воздействия пламени пожара на конструкции фасада здания в случае разрушения остекления в помещении очага пожара.

Ключевые слова: междуэтажный пояс, разрушение остекления, полевое моделирование, эффективность.

S.F. Lobova, N.V. Petrova

ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF THE ORIGINAL DESIGN OF THE INTER-FLOOR BELT USING FIELD MODELING

The results of studies to determine the thermal effect on the facade of a building from a fire flame in the event of destruction of the glazing in the room of the fire center are analyzed. The main patterns of changes in the shape and power of the external torch depending on the geometric parameters of the opening, the type of fire load and the room of the fire center are established. A field simulation of the thermal effect of a fire flame on the structure of the facade of a building in the event of the destruction of the glazing in the room of the fire source was carried out.

Key words: floor-to-floor belt, destruction of glazing, field modeling, efficiency.

В случае пожара в зданиях по данным [1] пламя, выбрасываемое из наружного окна, может иметь высоту более 5 м над его верхней кромкой. Температура горячих газов, выходящих из оконного проёма помещения очага пожара, составляет около 400-600 °С.

Многочисленные исследования показали [1], что проекция пламени пожара и профиль температуры в факеле зависят от площади и высоты окна, геометрии помещения, вида пожарной нагрузки и скорости горения, а также скорости ветра.

Кроме того, на высоту внешнего факела будет влиять процесс воспламенения несгоревших продуктов пиролиза в кислороде воздуха в случае пожара, контролируемого вентиляцией.

В связи с тем, что достаточно большое количество факторов влияет на форму и характеристики факела, возникает необходимость проведения количественного анализа, способного учесть одновременное влияние указанных выше параметров.

Для этих целей полевое моделирование динамики пожара является наиболее мощным и универсальным инструментом, позволяющим учесть сложный сопряжённый теплообмен при пожаре в заданных конкретных условиях с учётом геометрии и состояния окружающей среды.

Полевое моделирование позволяет оценить степень теплового воздействия пламени с учётом вида и формы внешних конструкций здания и спрогнозировать распространение пожара на вышележащие этажи. Это особенно актуально, когда необходимо обосновать проектные решения, принятые на объекте.

Можно выделить три основных направления теплового воздействия от этажа к этажу:

- вдоль междуэтажного перекрытия. Пламя и горючие газы воздействуют на внутренние поверхности помещения, нагревая его и далее предметы, находящиеся в помещении вышележащего этажа;

- внешнее воздействие на поверхность стены посредством конвекции от пламени и горячих газов, выходящих из оконного проёма с разрушенным остеклением;

- внешнее воздействие на застеклённые поверхности и через них к содержимому внутри помещений вышележащего этажа посредством излучения от пламени и горячих газов, выходящих из оконного проёма с разрушенным остеклением.

Для ограничения распространения пламени по наружным конструкциям здания используются междуэтажные пояса, глухие участки наружной стены с нормируемым пределом огнестойкости, расположенные между смежными по высоте проёмами (оконными или иными проёмами) или участками светопрозрачной конструкции с ненормируемым пределом огнестойкости.

Требования к высоте междуэтажных поясов в разных странах отличаются. В России в соответствии с требованиями СП 2.13130.2020 ширина междуэтажного пояса должна составлять не менее 1,2 м [2].

Однако в настоящее время существуют многочисленные технические решения по применению поясов шириной менее 1,2 м.

Кроме того, конструктивное исполнение поясов также разнообразно как по форме, так и по входящим в его состав материалам (рис. 1).

Соответственно, полевое моделирование позволяет наиболее точно учесть не только механизмы теплопередачи, происходящие при пожаре, но и виды конструкций, подвергающихся тепловому воздействию.

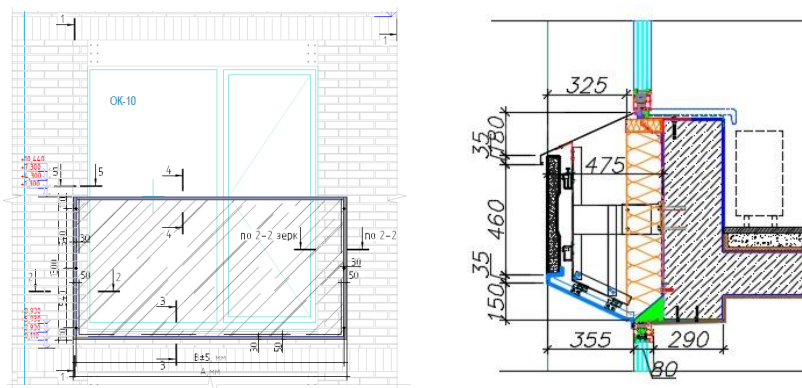


Рис. 1. Междуетажный пояс "французский балкон"

В ходе проведения моделирования необходимо решить следующие задачи:

- 1) определение мощности тепловыделения при пожаре (влияет на высоту факела);
- 2) выбор стадии пожара (контролируемая пожарной нагрузкой, контролируемая вентиляцией);
- 3) определение геометрических параметров очага пожара;
- 4) определение климатических условий среды;
- 5) определение достаточной разрешительной способности расчётной сетки.

Для оценки результатов моделирования необходимо определить критерии оценки теплового воздействия, которые находятся в непосредственной зависимости от предельного состояния разрушения стекла.

Дело в том, что на сегодняшний день нет однозначной модели процесса разрушения остекления [3]:

- разрушение стекла происходит при его нагревании (в целом) до определенной температуры;
- разрушение стекла происходит при достижении критической разницы температур в серединной точке и на его границе из-за разности концентрации внутренних напряжений.

Соответственно, в первом случае необходимо и достаточно рассчитать тепловой поток, воздействующий на остеклённый проем. Во втором случае необходим расчёт разности температур. В первом случае время теплового воздействия не играет роли. Достаточно лишь определить наихудшие условия развития пожара, при которых тепловой поток имеет наибольшее значение. Во втором случае время воздействия играет ключевую роль.

Решение приведённых выше задач напрямую оказывает влияние на доказательный уровень получаемых результатов исследования. Это значит, что, например, доказанная расчётным способом эффективность междуетажного пояса в одно случае при определенных параметрах пожарной

нагрузки и воздухообмена в помещении может не получить своего подтверждения при других параметрах пожарной нагрузки и условиях воздухообмена. И если речь идёт, например, о разработке специальных технических условий, то результат моделирования напрямую влияет на вывод об обеспечении пожарной безопасности объект защиты.

Соответственно, необходима разработка такого алгоритма построения численного эксперимента, позволяющего минимизировать влияние существующей неопределённости в задании начальных и граничных условий при постановке задачи.

В этой ситуации логично будет использовать сравнительный анализ, позволяющий установить критерий уровня обеспечения противопожарной защиты, соответствующий нормативным требованиям.

Другими словами, необходимо проведение нескольких расчётов с последующим сравнением результатов.

Для демонстрации эффективности указанного алгоритма ниже приведён пример применения полевого моделирования для оценки эффективности оригинальной конструкции междуэтажного пояса.

В качестве программы для полевого моделирования была использована программа FDS в препроцессоре PyroSim.

В качестве сценариев пожара были выбраны ситуации, при которых происходило загорание в жилом здании на типовом этаже. В качестве пожарной нагрузки использовалась типовая пожарная нагрузка "жилые помещения гостиниц, общежитий и т.д." [4].

Было проведено два расчёта. В сценарий № 1 междуэтажный пояс имел оригинальную конструкцию – конструктивное исполнение со светопропускающим элементом. В сценарии № 2 высота пояса и исполнение соответствовало требованиям нормативных документов по пожарной безопасности (рис. 2).



Рис. 2. 3D-модели зданий для сценариев № 1 и № 2

Датчики, измеряющие падающий тепловой поток при пожаре, располагались на внешней поверхности конструкций остекления оконного проёма вышележащего этажа.

В сценариях рассматривалась развитая стадия пожара (наихудший вариант), моделирование осуществлялось в течении 120 с.

Принималось, что материалы пожарной нагрузки не выгорают.

Результаты расчётов показаны на рис. 3. На рисунке видно, как меняется форма факела в случае разных видов междуэтажных поясов. В случае использования пояса оригинальной конструкции факел прижимается к фасаду здания, в случае нормативного пояса имеет место отклонение факела от фасада. Данное поведение факела также подтверждается результатами многочисленных исследований. Так, в соответствии с [5] в случае, если ширина оконного проёма умноженная на 1,25 больше высоты проёма, то факел будет прижиматься к фасаду здания, как это показано на рис. 4.

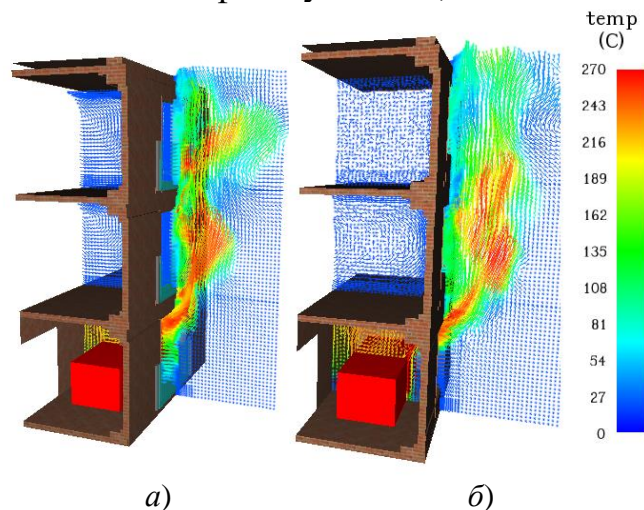


Рис. 3. Изменение формы факела в зависимости от параметров оконного проёма; *a* – для сценария № 1; *б* – сценария № 2

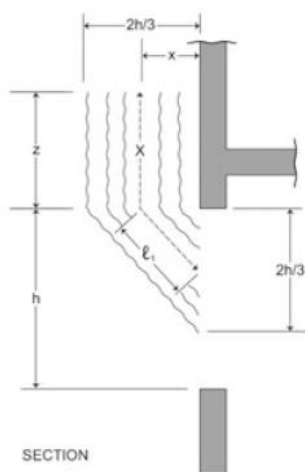


Рис. 4. Влияние геометрических параметров оконного проёма на отклонение внешнего факела

Соответственно, раз факел прижимается к фасаду здания, то следует предположить более интенсивное его воздействие на горючие материалы, входящие в конструкции фасада здания. Однако, оригинальная конструкция пояса включала светопропускающие элементы, выполненные из пожаростойкого стекла. Соответственно, область остекления, подверженная более интенсивному тепловому воздействию, была защищена данным светопропускающим элементом.

В незащищённой же области значения падающих тепловых потоков практически совпадали (рис. 5, 6).

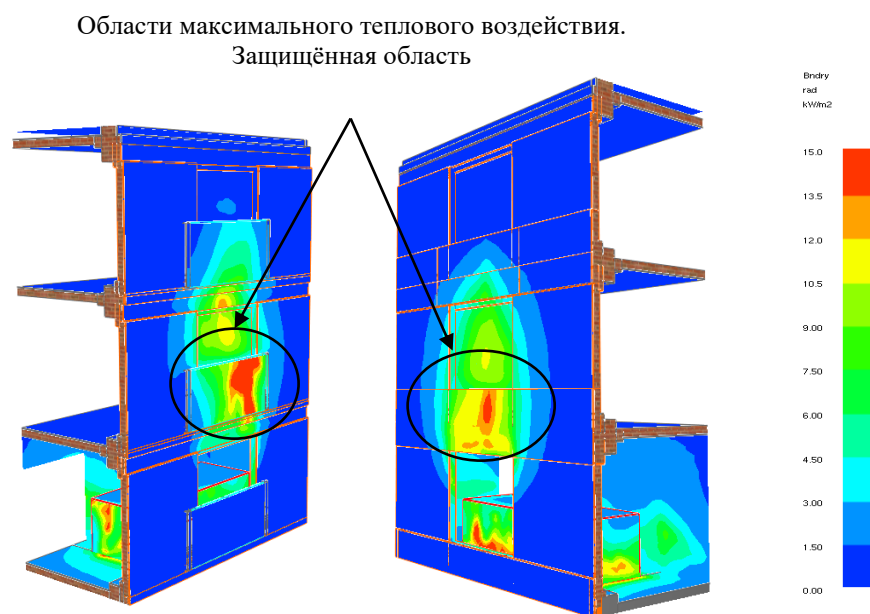


Рис. 5. Интенсивность теплового воздействия

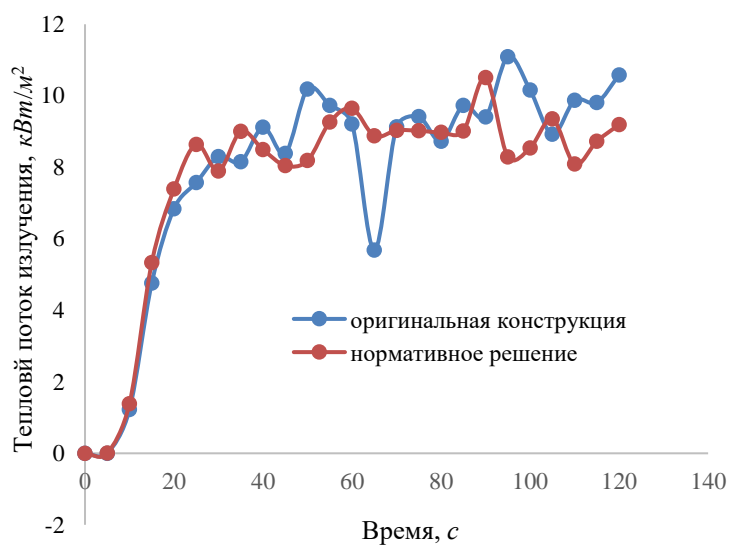


Рис. 6. Падающие тепловые потоки в незащищённой области

При обработке результатов моделирования, проводилось сравнение температур в центре и на краях остеклённого проёма. Использование оригинальной конструкции пояса не приводило к возникновению большей разницы температур по сравнению с нормативным его исполнением.

Анализируя результаты двух сценариев пожара, можно заключить, что оригинальная конструкция межэтажного пояса со светопропускающими элементами в случае пожара в здании на типовом этаже обеспечивает равноценную защиту вышележащих этажей в сравнении с нормативным исполнением межэтажного пояса.

Выводы

Оценка эффективности оригинальной конструкции междуэтажного пояса с помощью полевого моделирования сопряжена со значительными трудностями, связанными с существующей неопределённостью в постановке физической задачи и критериями оценки теплового воздействия на защищаемый объект.

Использование сравнительного анализа в этом случае позволяет устранить часть проблем при постановке физической задачи:

- неопределённость в выборе вида пожарной нагрузки и стадии пожара;
- определение времени теплового воздействия,
- влияние вида и характеристик остекления на предельные состояния.

Приведённый алгоритм полевого моделирование пожара может быть использован в рамках оценки соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности в случае использования оригинальных конструкций междуэтажного пояса.

Литература

1. Daniel J. O'Connor. The Building Envelope: Fire Spread, Construction Features and Loss Examples // SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th ed. SFPE, Springer, 2016. Pp. 3242-3282.
2. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.
3. Казиев М.М., Дудунов А.В. Разрушение остекления окон // Технологии технологической безопасности. 2008. Вып. 2 (18). <http://academygps.ru/ttb>
4. Пособие по применению "Методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности". 2-е изд., испр. и доп. М.: ВНИИПО, 2014. – 226 с.
5. American Iron and Steel Institute (1979) Fire Safe Structural Steel: Design Guide, AISI, Washington, D.C.

Р.В. Халиков, В.А. Кузьменко, А.М. Нуретдинов, А.Ю. Самсонов, В.В. Роевко
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЙ ПРОГРЕССИИ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ ТЕПЛООБМЕНА
ПОЛИДИСПЕРСНОЙ КАПЕЛЬНОЙ СРЕДЫ**

В исследовании установлено, что успешное тушение пожаров высокодисперсными водными средами зависит от площади теплообмена. Определены проблемы расчёта площади теплообмена для полидисперсных капельных сред. Предложено использование арифметической прогрессии для определения площади теплообмена.

Ключевые слова: арифметическая прогрессия, водная среда, тушение пожаров, моделирование, площадь теплообмена.

R.V. Khalikov, V.A. Kuzmenko, A.M. Nuretdinov, A.Y. Samsonov, V.V. Royenko
**USING AN ARITHMETIC PROGRESSION TO DETERMINE THE HEAT
EXCHANGE AREA OF A POLYDISPERSE DROPLET MEDIUM**

The study found that the successful extinguishing of fires with highly dispersed water media depends on the heat exchange area. The problems of calculating the heat exchange area for polydisperse droplet media are determined. The use of an arithmetic progression to determine the heat exchange area is proposed.

Key words: arithmetic progression, water environment, extinguishing fires, modeling, heat exchange area.

Сравнение геометрических и временных показателей пожаров в замкнутых объёмах и пожаров на открытом пространстве показал, что средняя площадь пожаров в замкнутых объёмах более чем 1,4 раза меньше средней площади пожаров на открытых пространствах, но среднее время ликвидации пожара в замкнутых объёмах в 1,5 раза больше, чем на открытом пространстве. Основной причиной этого является то, что тушение пожаров в замкнутых объёмах осложняется высокой температурой и плотным задымлением, что осложняет подачу огнетушащего вещества в очаг пожара и, как следствие, приводит к низкой эффективности объёмного пожаротушения.

Для решения данных проблем в работах [1-4] предложено использовать паро-капельную среду с размером капель 0,01-10 мкм, полученную в результате взрывного вскипания недогретой воды. Данная среда обладает следующими механизмами тушения: охлаждение; изоляция; разбавление; ингибирование (ингибирование – за счёт присутствия паровой фазы). Тем не менее, как для процесса охлаждения, так и для процесса ингибирования необходим аналитический расчёт площади теплообмена капельной фазы. Основная сложность расчёта площади теплообмена для полидисперсной капельной среды заключается в нахождении универсального способа расчёта как для бимодального, тримодального так и полимодального

распределения капель в среде, при сохранении высокой степени соответствия теоретических расчётов и действительным характеристикам. Рассмотрим возможность применения арифметической прогрессии для расчёта площади теплообмена на примере бимодального распределения.

Для нахождения площади теплообмена капель при бимодальном распределении в первом приближении возможно представить его виде суммы двух нормальных [5]. Для это случая произведём следующие аналитические расчёты:

Определяем площадь теплообмена всех капель как сумму площадей капель с идентичными радиусами:

$$S_{\text{общ}} = S_1 + S_2 + \dots + S_n = 4\pi(R_1^2 N_1 + R_2^2 N_2 + \dots + R_n^2 N_n), \quad (1)$$

где $S_{\text{общ}}$ – общая площадь боковой поверхности капель, m^2 ; S_0, S_1, S_2, S_n – общая площадь боковой каждой из групп капель, сформировавшихся на выходе из ствола, m^2 ; N_1, N_2, N_n – количество капель в группе с определенным радиусом, *шт.*; R_1, R_2, R_n – радиусы капель определенных групп соответственно, m .

Таким образом работа сводится к нахождению зависимостей R_n и N_n в общем виде через величины, полученные по результатам экспериментов. Радиус капель любой группы может быть найден, используя средний радиус распределения. Предположим, что группы капель формируется хаотично, тогда при повторениях опытов с подачей воды из сопел будут формироваться различные группы капель, а это не так, соответственно обратное предположение не верно. Для нахождения закона распределения величин капель введём переменную Δr – величину изменения радиуса капель в среде температурно активированной воды (ТАВ). Тогда в общем случае радиус капли R_n может быть найден как:

$$R_n = R_{\text{сред}}, \quad (2)$$

где $R_{\text{сред}}$ – средний радиус капель, m .

Для нахождения количества капель в каждой группе воспользуемся законом нормального распределения Гаусса $F(R)$ и запишем его для формирования капельной среды ТАВ:

$$F(R) = \frac{1}{R_{\text{общ}} \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(R)^2}{2R_{\text{общ}}^2}}, \quad (3)$$

где $R_{\text{общ}}$ – дисперсия распределения капель, m .

Тогда закон изменения количества капель каждой группы N_n будет выглядеть следующим образом:

$$N_n = \frac{F(R_n)}{F(R_{\text{сред}})} = e^{-\left(\frac{R_{\text{сред}}}{\sqrt{2}R_{\text{общ}}}\right)^2}, \quad (4)$$

где n – порядковый номер группы распадаения.

Полученное выражение (4) подставляем в формулу (1) для нахождения площади боковой поверхности используя закон суммы для арифметической прогрессии:

$$S_{\text{общ}} = S_0 + S_1 + S_2 + \dots + S_n = 4\pi(R_1^2 N_1 + R_2^2 N_2 + \dots + R_n^2 N_n) = 4\pi([R_{\text{сред}}]^2 e^{-\left(\frac{R_{\text{сред}}}{\sqrt{2}R_{\text{общ}}}\right)^2}). \quad (5)$$

Полученное выражение (5) устанавливает зависимость между создаваемой площадью теплообмена струями ТАВ и средним радиусом капель. Однако общее представление среднего радиуса не применимо для рассматриваемой задачи, так как выражение для нахождения среднего значения при бимодальном распределении [5] лишено физического смысла. Капли с данным радиусом не будут существовать в действительности, поэтому судить об охлаждающей способности полидисперсных струй воды необходимо используя иное понятие среднего, применимого для данной задачи.

Для практического применения используются следующие способы представления и нахождения среднего диаметра [5], данные по сравнению приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика методов определения среднего диаметра капель

№ п/п	Наименование	Подход к нахождению диаметра	Необходимость высокой сходимости диаметров капель	Реальное существование капли с найденным диаметром
1	D_{v10} (10 % объёмный диаметр)	объёмный	нет	да
2	D_{10} (средний арифметический диаметр)	поверхностный	да	нет
3	D_{20} (средний поверхностный диаметр)	поверхностный	да	нет
4	D_{30} (средний объёмный диаметр)	объёмный	да	да
5	D_{43} (средний массовый диаметр)	объёмно-массовый	да	да
6	D_{32} (средний диаметр Заутера)	объёмно-поверхностный	нет	да

Анализ табл. 1 показал, что для решения задачи по нахождению площади теплообмена струями ТАВ целесообразно использовать метод нахождения среднего диаметра по Заутеру, тогда выражение (5) примет вид:

$$S_{\text{общ}} = \frac{1}{16} \pi ([R]^2 e^{-\left(\frac{R}{8\sqrt{2}R_{\text{общ}}}\right)^2}), \quad (6)$$

где R – математическое ожидание радиуса капли каждой из групп, м.

Анализируя уравнение (6), делаем вывод, что наилучшую способность к охлаждению будут иметь струи полидисперсной водной среды в которых математическое ожидание будет наибольшим для первой моды.

Литература

1. Роечко В.В., Кармес А.П. Технология температурно-активированной воды: физическая сущность, история разработки, перспективы развития // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2008. № 1. С. 15-19.
2. Соковнин А.И., Роечко В.В., Ищенко А.Д. Осаждение дыма на объектах энергетики температурно-активированной водой // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2016. № 1. С. 54-59.
3. Роечко В.В., Ищенко А.Д., Краснов С.М., Храмцов С.П., Соковнин А.И. Объёмный способ прекращения открытого горения в помещениях объектов энергетики // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2016. № 2. С. 36-42.
4. Роечко В.В., Ищенко А.Д., Краснов С.М., Храмцов С.П., Соковнин А.И. Тушение пламени в протяжённых замкнутых сооружениях энергообъектов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2016. № 3. С. 44-49. <https://doi.org/10.25257/FE.2016.3.44-49>
5. Роечко В.В., Чистяков Т.И., Тараканов Д.В., Халиков Р.В. Оценка электропроводимости струй температурно-активированной воды с дозированием ингибирующей соли для тушения электрооборудования газокompрессорных станций // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. 2021. Т. 30, №1. С. 64-74. <https://doi.org/10.22227/PVB.2021.30.01.64-74>

В.А. Кузьменко

О ПРОБЛЕМЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ОЦЕНКИ ИХ ОПАСНОСТИ ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Рассмотрены сложности тушения пожаров и ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием гибридного транспорта и транспорта с высоковольтным силовым оборудованием. Выполнен сравнительный анализ транспортных средств и рассмотрены основные различия в их конструкции. На основании проведённого анализа предложены мероприятия, которые позволят обеспечить безопасность и защиту людей при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: гибридный транспорт, транспорт с высоковольтным силовым оборудованием, электромобиль, идентификация транспорта, тушение пожаров.

V.A. Kuzmenko

ON THE PROBLEM OF IDENTIFICATION OF MODERN VEHICLES AND ASSESSMENT OF THEIR DANGER IN ROAD ACCIDENTS AND EMERGENCIES

The difficulties of extinguishing fires and eliminating the consequences of road accidents involving hybrid vehicles and vehicles with high-voltage power equipment are considered. A comparative analysis of vehicles is carried out and the main differences in their design are considered. Based on the analysis carried out, measures are proposed that will ensure the safety and protection of people in the event of emergencies.

Key words: hybrid transport, transport with high-voltage power equipment, electric vehicle, vehicle identification, fire extinguishing.

В последние два десятилетия современное общество претерпело большое количество изменений, которые направлены не только на улучшение качества жизни людей, но и на безопасность всей экосистемы планеты. Технический прогресс позволяет внедрять новые технологии и системы для стремительного развития всех сфер человеческой деятельности. Несмотря на все положительные стороны такого интенсивного развития, очень остро стоит вопрос об обеспечении должной защиты и пожарной безопасности жизни и здоровья людей со стороны пожарной охраны. Этот вопрос обуславливается рядом причин [1].

Внедрение новых систем и технологий подразумевает обеспечением их электрической энергией, без которой не обходится ни один современный прибор и предмет. В результате этого повышается нагрузка на электрические сети, что приводит к работе на предельных нагрузках и выводом из строя оборудования с последующим возгоранием и развитием пожара;

Создание новых технологий требует современных решений и новых синтетических и полимерных материалов в производстве, которые имеют сложное строение и различный состав. При этом в случае возникновения пожара происходит не только стремительное возгорание и его развитие, но и выделяются едкие газы, которые наносят вред людям и окружающей среде;

Применение новых систем и технологий требует создания новых огнетушащих средств и составов, методов и способов для эффективной борьбы с пожарами, так как использование старых является нецелесообразным и представляет возникновение дополнительной угрозы при тушении.

Вопрос по обеспечению защиты и пожарной безопасности состоит из нескольких составляющих. Это предотвращение пожаров и борьба с ними. Предотвращение направлено на создание действий и мероприятий, которые позволяют избежать возникновения пожаров, либо свести вероятность их возникновения к минимуму.

Особенно актуальным вопрос по обеспечению защиты и пожарной безопасности в настоящее время является для автотранспортной инфраструктуры, в которой все чаще можно встретить транспорт с высоковольтными силовыми установками и станции зарядки для обеспечения процесса энергоснабжения. А происходящие пожары и дорожно-транспортные происшествия (ДТП) с их участием наносят значительный вред не только здоровью и жизни людей, но и окружающей среде.

Согласно статистике на территории Российской Федерации зарегистрировано 168099 ДТП в 2018 году, а в 2020 году их количество составило 145073 случая. Несмотря на снижение тенденции возникновения ДТП вопрос о безопасности на дорогах является открытым в виду увеличения числа транспортных средств в автопарке страны [2].

Современные транспортные средства имеют различные классификации, но наиболее отличительной является разделение по виду используемого источника энергии [3]:

транспорт с тепловым двигателем – работа осуществляется за счёт сгорания топлива внутри двигателя;

гибридный транспорт – работа осуществляется при помощи теплового и электрического двигателей;

транспорт с высоковольтным силовым оборудованием (электротранспорт) – работает исключительно за счёт электрического двигателя.

Внешне все три вида транспортных средств на первый взгляд похожи и обычному обывателю не с первого раза удастся понять какой вид транспортного средства находится перед ним (рис. 1).



а) Автомобиль с тепловым двигателем



б) Гибридный автомобиль



в) Электромобиль

Рис. 1. Внешний вид транспортных средств по виду используемого источника энергии

Несмотря на внешнее визуальное сходство, транспорт различается по внутреннему конструктивному строению (рис. 2).



а) Автомобиль с тепловым двигателем



б) Гибридный автомобиль



в) Электромобиль

Рис. 2. Внутреннее конструктивное строение транспортных средств по виду используемого источника энергии

Различие конструктивного строения обусловлено видом используемого топлива. В работе автомобиля с тепловым двигателем в качестве топлива используют бензин или дизель. Гибридный автомобиль помимо бензина или дизельного топлива использует электрическую энергию, которая накапливается на высоковольтной батарее, имеющей в своей конструкции электролит, основа которого представлена щелочным металлом. Работа электромобиля осуществляется только за счёт использования электрической энергии.

Помимо внешних и конструктивных особенностей существует отличие по работе транспортных средств. Если при работе автомобиля с тепловым двигателем можно понять по звуку в каком состоянии находится транспортное средство, то в случае с гибридным автомобилем и электромобилем ситуация отличается. Бесспорно, что бесшумная работа двигателя транспортного средства является положительной характеристикой, но в тоже время может и являться минусом, так как непонятно в каком состоянии находится транспортное средство.

Исходя из этого, перед пожарными подразделениями стоит несколько проблем при тушении пожаров и ликвидации ДТП, возникающих с участием гибридного транспорта и транспорта с высоковольтным силовым оборудованием.

Первоочередной задачей пожарных подразделений является определение в каком состоянии находится гибридное или электротранспортное средство. Так, в момент подачи огнетушащих веществ на тушение пожара и ликвидации ДТП, существует риск поражения электрическим током по струе вещества и токоведущим частям транспортного средства, а при попадании воды на литий-ионную аккумуляторную батарею возникает угроза взрыва [4].

Анализируя зарубежный опыт можно сделать вывод о том, что в различных странах уже внедряются идентификационные знаки и номера, которые позволяют определить принадлежность транспортного средства к определенному классу, а при помощи специального мобильного приложения по марке автомобиля можно определить места нахождения узлов для обесточивания (рис. 3) [5].



а) США

б) Беларусь

в) Китай

Рис. 3. Идентификационные знаки и номера в зарубежных странах.

Для повышения эффективности деятельности и обеспечения безопасности личного состава пожарно-спасательных подразделений при ликвидации последствий ДТП с участием гибридных автомобилей и электромобилей предлагается на территории Российской Федерации внедрить специальный идентификационный знак с регистрационным номером.

Дополнительное нанесение QR-кода на регистрационный номер позволит через мобильное приложение определить места нахождения узлов обесточивания транспортного средства. С помощью приложения, установленного на планшет руководителя пожарно-спасательного подразделения, будет получена вся необходимая информация о транспортном средстве. Далее будет формироваться специальная база данных для обмена информацией с подразделениями пожарной охраны.

Внедрение специального идентификационного знака с регистрационным номером позволит безопасно получить информацию о транспортном средстве для проведения действий по тушению пожаров и ликвидации ДТП с участием гибридного и транспорта с высоковольтным силовым оборудованием. Помимо безопасности обеспечивается, качественный и быстрый подход к тушению пожаров и ликвидации ДТП.

Литература

1. Новейшие технологии 21 века. <https://qwizz.ru/новейшие-технологии-21-века/>
2. Статистика ДТП в России за 2019, 2020 год и прошлые годы. <https://rosinfostat.ru/dtp/>
3. Александров В.А., Шоль Н.Р. Автотранспортные средства: учеб. пос. СПб.: Лань П, 2016. 336 с.
4. Двоенко О.В., Гусев И.А., Шульпинов А.А., Кузьменко В.А. Пожарная безопасность автотранспорта с высоковольтным силовым оборудованием и объектов его транспортной инфраструктуры // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2020. № 4. С. 11-17. <http://doi.org/10.25257/FE.2020.4.11-17>
5. Специальные номера на электромобили. <https://autodirection.ru/novshestva/daesh-specialnye-nomera-na-elektromobili.html>

А.А. Таныгина

ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ ВОЗРАСТА НА РИСК ГИБЕЛИ ПРИ ПОЖАРЕ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ

Проведён анализ статистических данных количества погибших на пожарах в жилом секторе в различных возрастных категориях за период 2010-2020 гг., построена диаграмма Парето. Сделан вывод о том, что возраст погибшего влияет на риск гибели при пожарах в жилом секторе.

Ключевые слова: жилой сектор, возраст погибшего, риск гибели, количество погибших, диаграмма Парето.

A.A. Tanygina

ASSESSMENT OF THE AGE DEPENDENCE ON THE RISK OF DEATH IN A FIRE IN THE RESIDENTIAL SECTOR

The analysis of statistical data on the number of people killed in fires in the residential sector in different age categories for the period 2010-2020 is carried out, a Pareto diagram is constructed. It is concluded that the age of the deceased affects the risk of death in fires in the residential sector.

Key words: residential sector, age of deceased, risk of death, number of dead, Pareto diagram.

В соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности" пожар – это неконтролируемое горение, причиняющие материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства. Пожары в жилом секторе происходят с людьми разных возрастов весьма случайно, их невозможно определить, но возможно предотвратить. В процессе расследования причины пожара практически всегда наличествуют обстоятельства, предпосылки и условия, которые влияют на безопасность людей и способствуют возникновению события гибели и травмирования.

Диаграмма Парето – инструмент, позволяющий анализировать, ранжировать и выявлять наиболее существенные факторы, влияющие на показатели гибели людей от пожаров в жилом секторе, разделяя их на немногочисленные важные и многочисленные несущественные. Принцип Парето говорит о том, что, как правило, порядка 20 % наиболее значимых факторов приносят 80 %-й вклад в изменение характеристики. Целью применения диаграммы Парето в данном случае является выбор такой возрастной категории погибших, в которой погибло наибольшее число в результате пожара, на которую необходимо акцентировать внимание и сконцентрировать усилия при проведении профилактических мероприятий [5].

Используя идентифицированные статистические данные количества погибших на пожарах в жилых секторах в различных возрастных категориях за период 2010-2020 гг., построим соответствующую диаграмму Парето (рис. 1), где на левой оси ординат обозначим количество погибших людей на пожарах в жилых секторах за рассматриваемый период времени, а на правой – шкалу с интервалами от 0 до 100 %, где 100 % соответствует общей сумме погибших людей [1, 4, 5]. На оси абсцисс построим столбиковую диаграмму от максимального к минимальному, где каждый из столбцов соответствует количеству погибших людей с определённым потенциально воздействующим фактором, в данном случае – возраст.

Для начертания кумулятивной кривой на поле графика нанесём точки накопленных сумм, которые на правой оси ординат будут равны количественному значению накопленного кумулятивного процента по каждому фактору и соединим их между собой отрезками прямых.

Далее отчерчиваем горизонтальную линию, начинающуюся в точке на оси кумулятивного процента – 80 % и оканчивающуюся в точке пересечения с кривой Парето и из этой точки опустим перпендикуляр на ось абсцисс. Этот перпендикуляр разделяет фактор возраста на значимые, расположенные от него слева и незначимые – справа [5].

Рейтинг погибших людей на пожарах в жилых секторах по возрастным категориям представлен на диаграмме Парето (рис. 1).

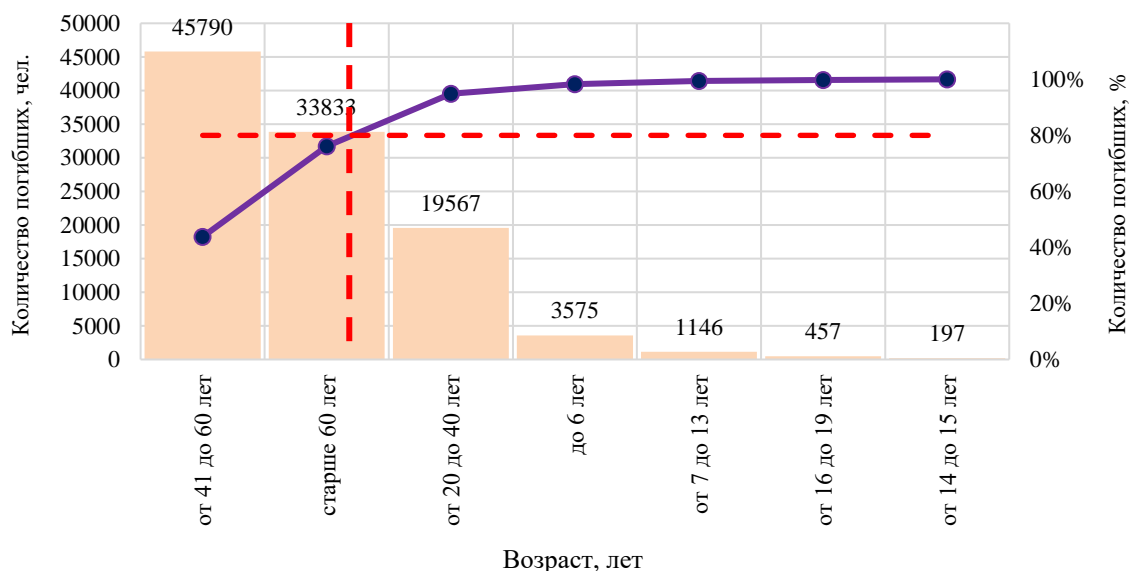


Рис. 1. Диаграмма Парето – распределение по фактору "Возраст"

Из диаграммы Парето следует, что основными категориями погибших людей на пожарах в жилом секторе, явились погибшие возрастом от 42 до 60 лет и старше 60 лет – от 33833 до 45790 человек, что составляет 20 % от общего числа погибших людей соответственно.

Для научного подтверждения или опровержения предполагаемой зависимости определим наличие и отсутствие соответствующей взаимосвязи. Статистические данные, ранжированные по фактору "возраст", представлены на рис. 2.

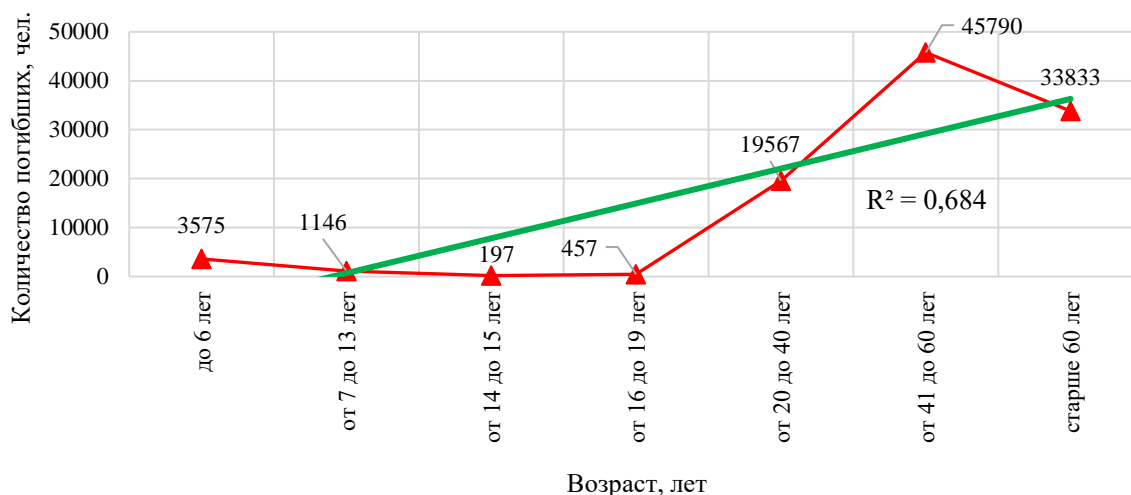


Рис. 2. Зависимость риска гибели от влияния возраста

Диаграмма показывает весьма заметный вариационный разброс количества погибших по отношению к их возрасту, что подтверждает изначальное предположение. Линия тренда отражает взаимосвязь. Следует объяснить существует ли этим факторам научное объяснение.

Так как показатели возраста и количества погибших при пожарах в жилом секторе – это случайные величины, их степень взаимосвязи характеризует статистическая зависимость, математической мерой которых служит коэффициент корреляции Пирсона [5].

Возраст погибшего на пожаре рассмотрим, как среднее его значение по группам: от 0 до 6 лет; от 14 до 15 лет; от 16 до 19 лет; ...; старше 60 лет [1, 2].

Корреляционная зависимость предполагает, что пара рассматриваемых переменных: "возраст" и "количество погибших", измерены в дискретной шкале, x – входная переменная и независимая случайная величина, y – выходная переменная и зависимая величина. Для определения наличия и оценки зависимости между ними, следует знать величину взаимосвязи и её значимость.

Для расчёта коэффициента корреляции r_{xy} используем идентифицированные и ранжированные количественные значения по общему количеству погибших по фактору "возраст погибшего" и подставляем их в формулу вычисления коэффициента корреляции 1 [1, 2, 4].

$$r_{xy} = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x_i - \bar{x})^2 \Sigma(y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

где x_i – значения, принимаемые переменной x ,
 y_i – значения, принимаемые y .

Полученные данные для расчёта коэффициента корреляции r_{xy} как показателя зависимости риска гибели на пожарах в жилых секторах от влияния возраста погибшего, сведём табл. 1.

Таблица 1

Данные для расчёта коэффициента корреляции r_{xy} [4, 5]

n , количество пар	Возраст погибших (среднее значение), x_i , лет	Количество погибших при пожарах в жилых секторах, y_i , чел.	$(x_i - \bar{x})$	$(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
1	4	3575	-22,9	-11362,9	522,449	129114522,4	259722,4
2	10	1146	-16,9	-13791,9	284,1633	190215323,4	232491,3
3	15	197	-11,9	-14740,9	140,5918	217292869,3	174784,4
4	18	457	-8,9	-14480,9	78,44898	209695223,6	128259
5	30	19567	3,1	4629,1	9,877551	21428963,59	14548,7
6	51	45790	24,1	30852,1	582,8776	951854718,9	744858,8
7	60	33833	33,1	18895,1	1098,449	357026423,6	626239

Получаем, что \bar{x} – средняя по $x = 27$, \bar{y} – средняя по $y = 14938$.

Произведём расчёт коэффициента корреляции r_{xy} , используя формулу (1) и расчётные данные из табл. 1:

$$r_{xy} = \frac{2180903,8}{\sqrt{2716,8 \cdot 2076628045}} = 0,91.$$

Полученное значение коэффициента корреляции $R > +0,7$ свидетельствует о сильной прямой корреляционной зависимости между возрастом и количеством погибших при пожарах в жилом секторе.

Далее вычислим среднюю ошибку рассчитанного коэффициента корреляции и вероятность достоверности наличия взаимосвязи между возрастом пострадавших и риском гибели соответственно. При количестве сопоставляемых пар $n < 100$ средняя ошибка корреляции m_r составит:

$$m_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}. \quad (2)$$

Подставим расчётные значения в формулу (2), получим:

$$m_r = \pm \sqrt{\frac{1-0,91^2}{7-2}} = \pm \sqrt{\frac{0,17}{5}} = \pm \sqrt{0,034} = \pm 0,18.$$

Для оценки значимости коэффициента корреляции определим статистическое значение:

$$t_{ст} = \frac{r_{xy}}{m_r}, \quad (3)$$
$$t_{ст} = \frac{0,91}{0,18} = 5,05.$$

Полученное статистическое значение сравниваем с теоретическим, используя таблицу квантили t -распределения Стьюдента для вероятности $1 - \alpha = 0,95$ в зависимости от числа степеней свободы $\nu = n - 2$, $\alpha = 0,05$.

Если $t_{ст} \leq t_{\alpha} = 0,05$, то принимается нулевая гипотеза, то есть $r = 0$ и, следовательно, связь между изучаемыми явлениями несущественна.

Если $t_{ст} > t_{\alpha} = 0,05$, то нулевая гипотеза отклоняется и связь между явлениями считается установленной.

В данном случае получаем следующее: $5,05 > 2,36$, $t_{ст} > t_{\alpha} = 0,05$.

Из этого следует, что взаимосвязь между парой рассматриваемых переменных "возраст" и "количество погибших" с вероятностью $P = 0,95$ установлена. Другими словами, возраст погибшего влияет на риск гибели людей при пожарах в жилом секторе.

Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2010-2020 году: статистический сборник / под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М., 2011. 125 с.
2. Таныгина А.А. Показатели результативности профилактической деятельности Государственного пожарного надзора на примере города Йошкар-Ола Республики Марий Эл // Матер. 28-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2019". М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. С. 76-79.
3. Присяжнюк Н.Л., Кружкова О.В., Кузнецова Е.С., Соловьева Т.Н., Малько В.А. Таныгина А.А. Совершенствование оценки деятельности государственного пожарного надзора // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2019. № 1. С. 93-98.
4. Таныгина А. А. Оценка пожарных рисков и управление ими в жилых секторах // Технологии техносферной безопасности. 2021. Вып. 2 (92). С. 128-141. <https://doi.org/10.25257/TTS.2021.2.92.128-141>
5. Дементьева, Ю.В. Влияние стажа работы на производственный травматизм / Ю.В. Дементьева // Мир транспорта. 2015. № 1 (56). С. 198-204.

СЕКЦИЯ 3

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

*А.Н. Членов, А.М. Алешков, В.И. Смирнов, А.А. Тактоналиев
(Россия, Кыргызстан)*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРИБОРОВ ПРИЁМНО-КОНТРОЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ

Определены перспективы развития приборов приёмно-контрольных пожарных в свете требований новых нормативных документов в области пожарной автоматики. Рассмотрены четыре основных направления связи приборов с внешними элементами, составляющими систему пожарной сигнализации.

Ключевые слова: прибор приёмно-контрольный пожарный, извещатель, пожарная сигнализация.

*A.N. Chlenov, A.M. Aleshkov, V.I. Smirnov, A.A. Taktonaliyev
(Russia, Kyrgyzstan)*

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF FIRE ALARM CONTROL DEVICES

The prospects for the development of fire alarm control devices have been determined in the light of the requirements of new regulatory documents in the field of fire automation. Four main directions of communication of devices with external elements that make up the fire alarm system are considered.

Key words: fire alarm control panel, fire detector, fire alarm.

Развитие технического прогресса в области микроэлектроники и коммуникационных технологий приводит к существенному изменению тактико-технических требований к средствам пожарной сигнализации, прежде всего, приборам приёмно-контрольным пожарным (ППКП). Целью работы является анализ данных требований, определяющих ближайшие перспективы развития ППКП.

Основным нормативным документом для анализа может служить межгосударственный стандарт "Приборы приёмно-контрольные пожарные. Приборы управления пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний", окончательная редакция которого была принята в 2019 году. основополагающим требованием этого документа является структура ППКП, которая предусматривает его построение из модулей, выполняющих отдельную функцию или набор функций.

Обобщённая структурная схема прибора представлена на рис. 1.

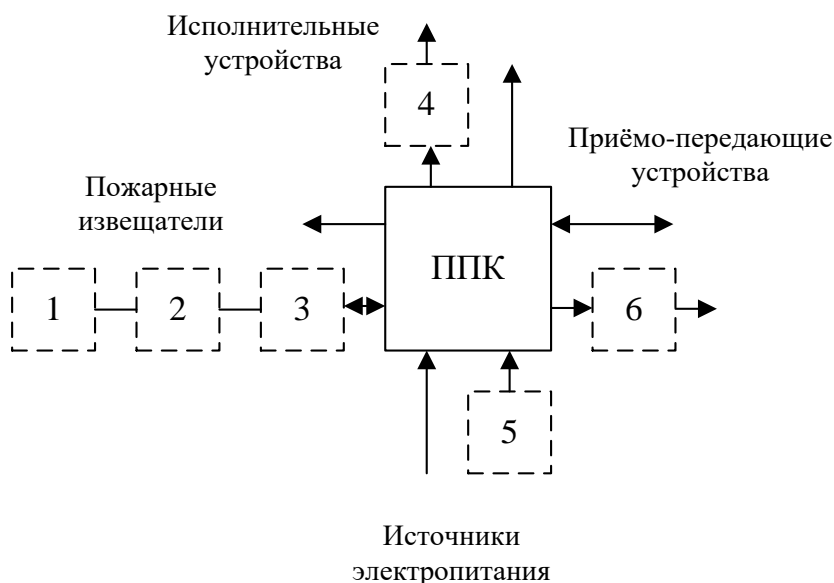


Рис. 2. Обобщённая структурная схема прибора приёмно-контрольного пожарного:
 ППКП – однокомпонентный приёмно-контрольный прибор (центральный модуль, контрольная панель);
 1-6 – функциональные модули

Пунктиром обозначены возможные подключаемые к базовому блоку модули В соответствии с рис. 1, можно выделить 4 основных направления связи ("стыка") ППКП с внешними элементами, составляющими систему пожарной сигнализации (СПС).

Первый стык "прибор – пожарные извещатели" обеспечивает связь ППКП с пожарными извещателями (ПИ) для получения информации о состоянии защищаемого объекта. Такая связь может быть односторонней – от ПИ к прибору, или двухсторонней при передаче команд для управления режимом его работы или характеристиками передаваемых извещений.

Параметры стыка существенно зависят от физической реализации линий связи и способа их контроля и обмена информацией с ПИ, в том числе от возможности адресного обмена информацией [1, 2].

Структура формируемых линий связи прибора с ПИ подразумевает значительное количество вариантов построения. Основных (базовых) вариантов три: линейная, радиальная и кольцевая. В общем случае для структур любой сложности выражение для общего количества вариантов V имеет вид:

$$V = 3^m,$$

где m – количество базовых структур в комбинации.

Широкое распространение получили ППКП с кольцевым шлейфом сигнализации (ШС), в который подключаются модули контроля с линейными или радиальными ШС. Для современных приборов большой информационной ёмкости возможно одновременное использование нескольких структурных комбинаций линейной части.

По результатам проведённого нами статистического анализа [1] к концу первого десятилетия нашего века значительно увеличилась доля проводных адресных ППКП. В настоящее время практически все ведущие фирмы уже используют адресный радиоканал в своих разработках для связи с извещателями и другими элементами систем сигнализации. Можно утверждать, что в ближайшие годы объём производства и продаж радиоканальных ППКП в России будет возрастать.

Второй стык: прибор-исполнительные устройства.

В качестве исполнительных устройств могут выступать компоненты прибора (модули), обеспечивающие световую и (или) звуковую сигнализацию режимов работы ППКП.

Звуковая сигнализация должна обеспечиваться встроенным в функциональный модуль (компонент прибора, прибор) источником звука.

Третий стык: прибор – внешние приёмо-передающие устройства.

Этот стык обеспечивает формирование и передачу извещений ППКП а также приём информационно-управляющих сигналов.

В качестве внешних приёмо-передающих устройств могут выступать другие ППКП, система передачи извещений, коммутаторы различного вида и т.п. ППКП могут быть оборудованы различными типами интерфейсов для подключения внешних устройств: релейные выходы (сухие контакты или открытый коллектор), RS 232, Ethernet. RS 485.

Четвёртый стык: прибор – источники электропитания.

Это направление обеспечивает бесперебойное электропитание в соответствии с требованием надёжности электроснабжения по первой категории.

Следует отметить важную тенденцию– усиление требований надёжности и безопасности ППКП и СПС на его основе. Так, в ППКП должен быть предусмотрен, как минимум, один контролируемый дискретный вход для принятия сигнала о неисправности от внешних технических средств, взаимодействующих с прибором (системы передачи извещений, блоки бесперебойного питания и т. д.) [3,4].

Существенному повышению функциональной надёжности также способствует:

- контроль работоспособности функциональных блоков, линий связи и минимизация потерь при их неисправности;
- введение четырёх уровней доступа ППКП, обеспечивающий разделение доступа к органам управления в различных режимах работы прибора;
- включение в состав ППКП устройства архивации для регистрации событий с указанием данных о их наименовании, даты и времени наступления.
- минимизация функций ППКП, не связанных с противопожарной защитой

Приборы и функциональные модули, имеющие внутренние элементы настройки, должны быть снабжены датчиками вскрытия корпуса. Сигнал о вскрытии корпуса должен передаваться во внешние цепи.

В результате анализа требований новых нормативных документов могут быть сделаны следующие основные выводы, определяющие ближайшие перспективы развития ППКП.

1. Блочно-модульное построение ППКП обеспечивает расширение его тактико-технических возможностей и универсальность применения для объектов различного назначения и конфигурации. Вместе с тем, возникает необходимость повышения надёжности функционирования в случае нарушения связи между составляющими прибор модулями.

2. Преимущества связи между базовым модулем прибора и пожарными извещателями с помощью радиоканала приводит к расширению его применения в перспективных ППКП.

3. Важное значение приобретает защита ППКП от постороннего вмешательства, достигаемая введением дополнительных конструктивных мер и режимов функционирования.

Литература

1. Членов А.Н., Демехин Ф.И. Метод оценки влияния качества пожарной сигнализации на эффективность автоматизированной системы противопожарной защиты // Технологии техносферной безопасности. 2008. Вып. 5 (21). С. 3-7.
2. Членов А.Н., Буцынская Т.А., Журавлев С.Ю., Николаев В.А. Об эффективности функционирования мультикритериального пожарного извещателя // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25, № 12. С. 55-60.
3. Членов А.Н., Рябцев Н.А., Федин А.Н. Анализ способов нейтрализации тревожной сигнализации систем охраны категорированных объектов // Технологии техносферной безопасности. 2017. Вып. 3 (73). С. 271-279.
4. Членов А.Н., Климов А.В. Модель управления безопасностью объектов кредитно-финансовой системы // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2015. № 2. С. 71-76.

А.Н. Членов

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В РОССИИ

Представлен анализ развития пожарной сигнализации с начала 20 века по настоящее время. Выделены основные этапы развития в России приборной техники и связанные с этим изменения функциональных возможностей систем пожарной сигнализации.

Ключевые слова: пожарная безопасность, система пожарной сигнализации, приёмно-контрольный прибор, шлейф сигнализации.

A.N. Chlenov

STAGES OF FIRE ALARM DEVELOPMENT IN RUSSIA

The analysis of the development of fire alarm from the beginning of the 20th century to the present is presented. The main stages of the development of instrumentation in Russia and the related changes in the functionality of fire alarm systems are highlighted.

Key words: fire safety, fire alarm system, control panel, alarm loop.

Системы (установки) пожарной сигнализации (СПС) являются одной из основных составных частей пожарной автоматики. Функциональные возможности СПС постоянно расширяются, отображая уровень развития техники и рост требований к обеспечению пожарной безопасности. Можно выделить несколько этапов развития в России приборной техники для систем пожарной сигнализации. Наличие и временные рамки этапов связаны с развитием технического прогресса, прежде всего радиоэлектроники, и социально-экономическими преобразованиями в стране.

Основными техническими средствами, определяющими тактико-технические характеристики пожарной сигнализации, являются приборы приёмно-контрольные (ППК). Их задачей является сбор информации от пожарных извещателей о состоянии объекта, анализ и обработка, а также организацию её передачи и отображении в заданном виде пользователю.

Первый этап связан с выделением систем пожарной сигнализации в самостоятельное направление техники автоматической противопожарной защиты. Первые ППК на основе механических и электромеханических устройств появились в начале XX века [1]. В простейшей системе сигнализации с элементарной логикой работы электроконтактные извещатели подключались параллельно в сигнальную линию и в дежурном режиме работы были разомкнуты. При срабатывании извещателя его контакты замыкались, включая цепь питания электрической сигнальной лампы. В последствии узел коммутации сигнализации выделился в отдельный конструктивно законченный блок, функции которого постепенно расширялись [2].

Развитие разработки и применения ППК в СССР началось в середине 60-х годов XX века. В первых приборах, например "Сигнал" нормально-замкнутые выходные контакты извещателей последовательно соединялись между собой и образовывали замкнутую электрическую цепь – шлейф сигнализации (ШС), целостность которой контролировалась прибором.

На смену им пришли "Сигнал-2", "Сигнал-3", "Сигнал-3М". Они были выполнены с применением реле. Их электропитание осуществлялось непосредственно от сети переменного тока через гасящие сопротивления. Кроме этого, в приборе "Сигнал-2" отсутствовал выход во внешнюю сигнальную цепь, не ограничивалось по времени включение в тревожный режим оповещателя. В приборе "Сигнал-3" сигнализация осуществлялась не одним, а двумя световыми оповещателями. В дежурном режиме непрерывно светила синяя сигнальная лампа, в режиме тревоги включалась красная лампа, а синяя при этом выключалась.

Однако уже в приборе "Сигнал-3М" были введены многие функции, характерные для последующего поколения приборов малой информационной ёмкости:

- контроль ШС на обрыв и короткое замыкание;
- сдача объекта под охрану без формирования сигнала тревоги (по тактике "с открытой дверью");
- свечение светового оповещателя ровным светом в дежурном режиме и мигание в режиме тревоги;
- фиксирование сигнала тревоги при нарушении ШС;
- наличие релейного выхода на пульт сигнализации.

Наиболее совершенными представителями приборов этого поколения были "Сигнал-3М-1" и "Сигнал-31". Практика эксплуатации данных приборов подтвердила их высокую эффективность и тем самым обусловила массовое использование на объектах народного хозяйства в течение длительного периода времени.

Одновременно с ними совершенствовались и ППК большой информационной ёмкости – концентраторы, станции и пульта пожарной сигнализации. Наиболее распространёнными приборами этого периода времени были "ТЛО", ТОЛ-1/100, ППС-1. В приборе ППС-1 применялся ряд новых тактико-технических особенностей, в частности, формирование стартового импульса запуска автоматических установок пожаротушения при срабатывании двух ПИ, установленных в одном защищаемом помещении, что существенно повысило эффективность эксплуатации систем пожарной сигнализации на различных объектах.

На втором этапе, с начала 80-х годов XX века, основным направлением совершенствования приборов и СПС на их основе явилось повышение надёжности и помехозащищённости [3].

Имеющееся в ряде случаев низкое качество сетей переменного тока, частые пропадания напряжения, пониженное его значение определили расширение диапазона питающих напряжений приборов, а также применение защиты от электрических и электромагнитных наводок в ШС. Началось использование методов резервирования питания или за счёт энергетических возможностей линии пульта централизованного наблюдения (например, в приборах "Сигнал-39") или за счёт подключения резервного источника постоянного тока (например, в приборах УОТС-1, УОТС-1-1) [2]. Отдельное направление составили приборы, использующие принцип построения, при котором в случае пропадания напряжения сети ШС с помощью контактов реле напрямую переключался к линии пульта централизованного наблюдения ("Сигнал-37", "Сигнал-37А", "Сигнал-37М", "Сигнал-СПИ).

Кроме этого, дефицит специальных экранированных, многожильных проводов обусловил поиск методов контроля шлейфа, которые сочетали бы высокую помехозащищённость СПС с повышенной нагрузочной способностью шлейфа для питания токопотребляющих пожарных извещателей при использовании обычных двухжильных проводов типа ТРП, ТРВ. Значительным шагом в повышении помехозащищённости приборов явилась оптимизация величины задержки времени формирования ими сигнала тревоги.

Одним из первых приборов, в котором, в котором были реализованы все перечисленные выше технические усовершенствования, являлся прибор "УОТС-М". Прибор использовал импульсный метод контроля шлейфа, нагруженного на электрический конденсатор при его двухступенчатой коммутации. Часть блоков прибора образуют унифицированный модуль контроля ШС, который без существенных изменений использовался для построения приборов средней и большой информационной ёмкости.

В "УОТС-М" обеспечивался контроль шлейфа при любых значениях сопротивления его проводников до 1 кОм и сопротивления утечки между ними более 20 кОм . При этом обрыв любого проводника ШС с сопротивлением в месте обрыва более 20 кОм или замыкание проводников шлейфа с переходным сопротивлением в месте замыкания до 1 кОм определялся как нарушение и по линии связи на ПЦН передавалось извещение "Тревога". Если в результате самопроизвольного ухудшения параметров шлейфа его сопротивление изменялось в диапазоне $1-19,5\text{ кОм}$ и (или) сопротивление утечки изменялось в диапазоне $20-3\text{ кОм}$, прибор определял неисправность шлейфа и по дополнительной линии связи передавал на пульт централизованного наблюдения извещение "Внимание". Контроль состояния ШС при этом сохранялся, и при срабатывании любого из установленных в шлейф извещателей, в том числе токопотребляющих, прибор формировал

извещение "Тревога". Прибор был защищён от электрических синусоидальных наводок и импульсных помех высокого напряжения в ШС, имелась возможность резервирования его питания источником постоянного тока, без которого прибор выдерживал пропадания напряжения питания длительностью до 250 мс. Кроме этого, в приборе "УОТС-М" осуществляется непрерывный контроль работоспособности его основных блоков.

Началом *третьего этапа* развития ППК в России можно считать последние годы прошлого столетия. В это время в нашей стране начали происходить существенные изменения в области разработки и производства технических средств СПС.

Основной причиной таких изменений следует считать освоение российскими производителями передовых технологий изготовления средств автоматики – введение автоматического поверхностного печатного монтажа с применением безвыводных радиоэлементов. Это существенно повысило качество производимых технических средств, а, следовательно, их конкурентоспособность на российском рынке с аналогичными импортными изделиями.

Применение малопотребляющих микроконтроллеров и микро ЭВМ позволило не только повысить надёжность, уменьшить массогабаритные показатели, но и за счёт увеличения объёма обрабатываемой информации в приборах повысить их информационную ёмкость и информативность.

Следует отметить, что в этот период значительно увеличилась доля адресных ППК, использующих как проводные, так и радиоканалы для связи с извещателями и другими элементами систем сигнализации.

При организации резервирования электропитания вместо применявшихся ранее электробатарей повсеместным стало использование встроенных герметичных аккумуляторов, блоков бесперебойного и резервного питания.

Наметилось увеличение информативности за счёт применения встроенных индикаторов и выносных панелей. Появились "расширяемые" ППК, имеющие гибкую структуру, позволяющую наращивать информативную ёмкость (количество контролируемых ШС) и реализующие возможность объединения нескольких приборов в одну СПС. Такие приборы стали успешно использоваться при обеспечении безопасности новых или реконструированных зданий или их части с поэтапным вводом в эксплуатацию.

Перечисленные тенденции были закреплены в принятых нормативных документах, определивших дальнейшее развитие СПС, в частности, ГОСТ 53325-2012 "Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Технические требования и методы испытаний". Можно выделить следующие тенденции данного этапа:

1. Унификация схемотехнической реализации ППК. Это привело к выпуску серий однотипных приборов различной информационной ёмкости для формирования СПС.

2. Расширение функциональных возможностей, широкое использование программирования параметров и режимов работы.

3. Переход к блочно-модульной конструкции приборов с возможностью наращивания информационной ёмкости.

4. Рост количества отечественных комбинированных универсальных средств контроля и управления, позволяющих использовать их как для сигнализации, так и для управления различными установками пожарной автоматики.

5. Производство значительного количества модификаций приборов, облегчающие формирование СПС для конкретного защищаемого объекта.

Можно утверждать, что к середине второго десятилетия номенклатура и качество отечественных разработок ППКП в целом не уступали зарубежным [4, 5].

В 2019 году принята окончательная редакция межгосударственного стандарта "Приборы приёмно-контрольные пожарные. Приборы управления пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний", а в начале 2021 года вступил в действие новый Свод правил 484.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования".

Данные документы отражают современные требования к СПС. Можно считать, что это определяет начало нового этапа в развитии пожарной сигнализации в России.

Литература

1. Пашинцев В. История систем пожаротушения и сигнализации: от деревянных колотушек до современных автоматических устройств // Системы безопасности. 2020. № 4.

2. Членов А.Н., Бахтин А.А., Дубинин Ю.П., Хохлов Ю.П. Состояние и перспективы развития объектовых приёмно-контрольных приборов // Извещатели, приборы и системы охранной и пожарной сигнализации: сб. научн. тр. М.: ВНИИПО МВД СССР, 1987.

3. Буцынская Т.А. Анализ развития рынка технических средств пожарной сигнализации в России // Пожаровзрывобезопасность. 2006. Т. 15, № 3. С. 67-69.

4. Членов А.Н., Рябцев Н.А., Федин А.Н. Анализ способов нейтрализации тревожной сигнализации систем охраны категорированных объектов // Технологии техносферной безопасности. 2017. Вып. 3 (73). С. 271-279.

5. Членов А.Н., Климов А.В. Модель управления безопасностью объектов кредитно-финансовой системой // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2015. № 2. С. 71-76.

*К.К. Оспанов, А.В. Федоров, Е.Н. Ломаев, А.К. Ысмаилов
(Россия, Кыргызстан)*

УПРАВЛЕНИЕ ПОЖАРНЫМ РИСКОМ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Приводится методология комплексного подхода к анализу риска потенциально опасных производственных объектов. На примере Павлодарского нефтехимического завода представлены результаты расчётной оценки индивидуального риска для технологической установки гидроочистки дизельного топлива.

Ключевые слова: риск, авария, противоаварийная автоматическая защита, метод оценки рисков, гидроочистка.

*K.K. Ospanov, A.V. Fedorov, Y.N. Lomayev, A.K. Ysmailov
(Russia, Kyrgyzstan)*

FIRE RISK MANAGEMENT OF OIL REFINING AND PETROCHEMICAL INDUSTRY ENTERPRISES

The article deals with the methodology of an integrated approach to the risk analysis of potentially hazardous production facilities. There are presented results of individual risk assessment for a diesel hydrotreating process plant on the example of the Pavlodar Petrochemical Plant

Key words: risk, accident, emergency automatic protection, risk assessment method, hydrotreating.

Предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности из-за свойств перерабатываемых и изготавливаемых продуктов, технологического процесса признаются объектами повышенной опасности. Ежегодно происходят аварии, в результате которых жертвами становятся люди, наносится крупный материальный ущерб производству и окружающей среде.

Статистические сведения [1] показывают, что ущерб от аварий нефтегазовой индустрии в мире только за 2018-2019 гг. составил около 4,5 млрд долларов США и эта сумма является десятой частью всех потерь нефтегазовой отрасли мира за последние пять десятилетий. Отмечается, что на нефтеперерабатывающие заводы приходится 50 %, а на нефтехимию – 25 % новых потерь. Статистические данные [2] только по России показали, что за прошедшее пятилетие произошло 76 аварий, из них со взрывом 22 (29 %), пожар 35 (46 %), выброс опасных веществ 19 (25 %). Ущерб только в 2016 г. составил более 14 млрд рублей.

На сегодняшний день одним из действенных мероприятий по предупреждению и снижению количества числа аварий на опасном производственном объекте (ОПО) является анализ риска возникновения аварий. Основными целями анализа риска аварий на ОПО являются: определение

опасности ОПО и составляющих его частей для предупреждения угроз возникновения аварий, жизни и здоровью людей, имуществу и окружающей среде, разработка рекомендаций по снижению риска аварий и мероприятий для снижения размеров последствий и ущербов, причинённых в результате аварии. Задачей анализа риска является определение величины риска от ОПО в случае превышения допустимого уровня необходимо перейти к разработке мероприятий по снижению уровня риска [3].

В данной работе представлены результаты оценки риска ОПО на примере технологической установки гидроочистки дизельного топлива (ТУ ГДТ) комплекса первичной переработки нефти ЛК-6У ТОО Павлодарского нефтехимического завода как наиболее опасной технологической установки комплекса.

Наиболее опасным блоком в ТУ ГДТ является Реакторный блок С-301/1 и основными факторами являются: большое количество обрабатываемых взрывопожароопасных веществ (15 тонн паров дизельной фракции), большая концентрация углеводородных газов в смеси, а также высокие значения параметров технологического процесса (температура в пределах 330-420 °С, давление 3-6,4 МПа), токсичность применяемых продуктов (выделение сероводорода и аммиака).

Основную опасность установки представляет выход параметров технологического процесса за критические показатели, вследствие совокупное воздействие опасных факторов на технологическое оборудование и аппаратуру с последующей разгерметизацией. Причины могут быть следующие: прекращение подачи воздуха контрольно-измерительных приборов (КИП), аварийная остановка циркуляционного компрессора водородсодержащего газа (ЦК-301), отключение высоковольтной электроэнергии (6000 В), прекращение подачи сырья, прекращение подачи свежего водородсодержащего газа, нарушение герметичности оборудования и аппаратуры, отказ распределительной системы управления (PCY) в результате которых возможен выброс большого количества нефтепродуктов сопровождающиеся отрицательными последствиями (взрыв, пожар, загазованность).

Основными источниками зажигания горючей среды на установке гидроочистки дизельного топлива являются: открытое пламя технологических печей; продукты переработки, находящиеся в перегретом состоянии в виде теплоносителя; электрический ток, применяемый для работы электродвигателей насосов и освещения.

Пожаровзрывобезопасность на установке гидроочистки дизельного топлива обеспечивают следующие технические средства: контрольно-измерительная аппаратура; система пожарной сигнализации и блокировочная защита; система контроля за качеством воздушной среды в производственных помещениях (установлены газоанализаторы); защитное

заземление трубопроводов, аппаратов, корпусов электродвигателей; средства контроля, управления и исполнительные механизмы; система пожаротушения; вентиляционные системы.

В методике [4] для оценки риска аварий отмечены как наиболее приоритетные методы количественной оценки, такие методы как "анализ деревьев отказов" и "анализ деревьев событий" [5]. Для оценки риска представим аварийную ситуацию в виде диаграммы "галстук-бабочка", где левая часть головного события "дерево отказов", правая сторона "дерево событий" (рис. 1). Диаграмма галстук-бабочка выполнена в виде схемы функциональной целостности, расчёты были проведены на основе статистических данных с применением специализированного программно-вычислительного комплекса ПК АРБИТР согласно методики [4].

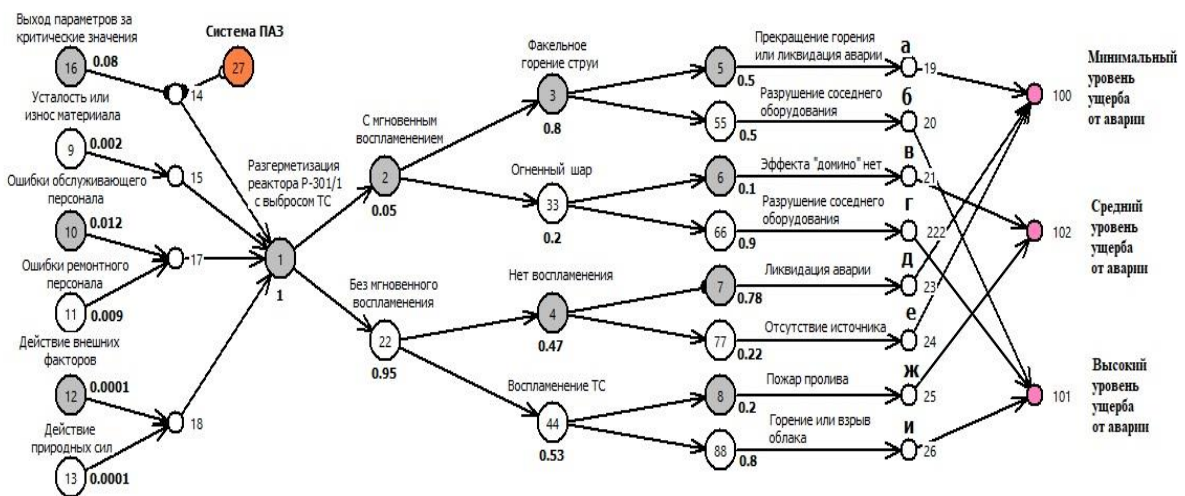


Рис. 1. Диаграмма "галстук-бабочка" аварийной разгерметизации Реактора Р-301/1

При расчёте был применён слой защиты с вершиной 27 с контуром системы противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ). Условная вероятность вершины 27 была принята как – 0,05 (система ПАЗ, при отсутствии контроля за работоспособностью системы) и – 0,95 (система ПАЗ при наличии контроля за работоспособностью системы).

Пожарный риск R на технологической установке гидроочистки дизельного топлива равен $4,17 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹. Значение пожарного риска на технологической установке гидроочистки дизельного топлива при внедрении на объект защиты элементов системы противоаварийной защиты уменьшится за счёт снижения условной вероятности реализации пожароопасной ситуации "огненный шар", "горение или взрыв облака" и увеличения вероятности рассеивания взрывоопасного облака, которая будет равна вероятности срабатывания системы ПАЗ.

Для снижения аварийной опасности и повышения уровня

пожаровзрывобезопасности технологической установки гидроочистки дизельного топлива ТОО Павлодарский нефтехимический завод предлагается внедрить в систему противоаварийной защиты:

1. Систему продувки азотом змеевика трубчатой печи П-301 при разгерметизации.

2. Применение системы пожаротушения по периметру трубчатой печи П-301.

3. Применение на установке оптических газоанализаторов с двухпороговой сигнализацией и управлением ПАЗ.

Благодаря предложенным мероприятиям по улучшению системы ПАЗ будут исключены потенциальные источники зажигания, с исключением возможности возникновения пожаровзрывоопасной ситуации.

После решения представленной задачи R будет составлять $1,15 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹. Таким образом, при применении и исправной работе системы ПАЗ на рассматриваемой установке можно снизить риск возникновения аварии в среднем в 3,6 раза.

Литература

1. 100 Largest Losses in the Hydrocarbon Industry 1974-2019. 26th edition, March 2020, pp. 4-16. <https://www.marsh.com/content/dam/marsh/Documents/PDF/UK-en/100-largest-losses-in-hydrocarbon-history.pdf>

2. Отчёты (годовые) о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору 2015-2019 гг. https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/

3. Галеев А.Д., Поникаров С.И. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах: учебное пособие. Казань: изд-во Казан. нац. исслед. технол. ун-та, 2017. 152 с.

4. Приказ Ростехнадзора от 11 апреля 2016 г. № 144 "Об утверждении Руководства по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах".

5. Скворцов М.С. Проектирование систем ПАЗ с учётом анализа опасностей и риска аварий на опасном производственном объекте // Автоматизация в промышленности. 2018. Вып. 3. С. 61.

А.В. Паршин, А.В. Федоров

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И АЛГОРИТМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТОЙ

Проведён обзор построения и алгоритмизации систем противопожарной защиты, а также возможностей использования дистанционных средств передачи информации (сигналов, формируемых извещателями пожарными аспирационными и видеомониторинга) как инструмента сверххранного обнаружения неисправностей и признаков возникновения пожара для принятия оперативных управленческих решений при руководстве действиями группами технического обслуживания и пожарно-спасательных подразделений.

Ключевые слова: раннее обнаружение пожара, пожарные извещатели, видеомониторинг, система пожарной сигнализации.

A.V. Parshin, A.V. Fedorov

PERSPECTIVE PRINCIPLES OF CONSTRUCTION AND ALGORITHMIZATION OF AUTOMATED FIRE PROTECTION CONTROL SYSTEMS

The article provides an overview of the construction and algorithmization of fire protection systems, as well as the possibilities of using remote means of transmitting information (signals generated by the commands of fire detectors, aspiration and video monitoring), as a tool for early detection of faults and signs of fire for making operational management decisions when leading the group's actions. maintenance and fire and rescue units.

Key words: early detection of fire, fire detectors, video monitoring, fire alarm system.

Автоматическая пожарная сигнализация (АПС) является неотъемлемой частью системы противопожарной защиты, она преобразовывает неэлектрические информационные параметры, сопутствующие пожару в электрические сигналы. Система достаточно сложна и насыщена большим количеством линий связи, периферийными устройствами, а значит дорога и сложна в эксплуатации. Дальнейшее развитие автоматической пожарной сигнализации должно обеспечивать не только автономность её функционирования, но и возможность выбора алгоритма по подключению (включению) других элементов автоматизированных систем противопожарной защиты (АСУ ПЗ), а также совместной работы с системами управления и жизнеобеспечения защищаемого объекта [1-5].

В рамках государственной программы импортозамещения, проводимой Правительством РФ для построения подсистемы АПС перспективной АСУ ПЗ, в качестве примера, предлагается использовать извещатели пожарные аспирационные (ИПА), производства ЗАО "ПО СПЕЦАВТОМАТИКА" (г. Бийск).

ИПА имеет широкий спектр применения: здания, сооружения, ангары, склады, гаражи, кабельные тоннели, торговые площади, рабочие места с постоянным пребыванием людей. Возможность устанавливать порог (класс) чувствительности по обнаружительной способности, а также мультиматериальное обнаружение факторов пожара на ранней стадии [3], возможность подключения приборов к существующим системам фирмы БОЛИД "Орион", ООО "Рубеж" и др. позволит широко использовать данные приборы. Возможность контроля (дистанционного) и передачи информации посредством GSM модуля или технологии Ethernet позволит существенно сократить время реагирования и материальные затраты, обслуживающей организации по устранению неисправностей, а также оперативного контроля работоспособности системы противопожарной защиты. Работу GSM модуля предлагается реализовывать на базе существующего программного обеспечения (ПО): сервер TCP-соединений M2M24 Cloud – облачное ПО для соединения по сети GPRS (TCP/IP) узлов систем диспетчеризации, работающих в режиме "Клиент": диспетчерских программ и оборудования TELEOFIS (модемов, терминалов, роутеров и др.), подключённого к приборам учёта. Сервер позволяет администрировать множество устройств и поддерживает работу нескольких каналов связи [5].

С целью решения задач предлагается следующий алгоритм функционирования перспективной системой противопожарной защиты объекта (рис. 1).

Для обнаружения пожара извещателем выполняется транспортирование газозвдушной смеси из точек забора по трубопроводу к измерительной камере, где с помощью электронного модуля осуществляется измерение, анализ и расчёт вероятности пожара на основе текущих и предыдущих значений следующих факторов:

- концентрации угарного газа и скорости нарастания;
- задымлённости и скорости нарастания;
- температуры газозвдушной смеси и скорости её нарастания;
- скорости воздушного потока и уровня загрязнения извещателя.

При обработке совокупности факторов и получении вероятностной оценки пожара извещателем фиксируется уровень опасности с индикацией состояния и передачей извещений во внешние цепи [1]. При работе извещатель постоянно следит за состоянием аспирационной системы. При отклонении потока газозвдушной смеси от нормы формируется извещение "Необходимость обслуживания", происходит включение индикатора "Неисправность", транслируется сигнал во внешние цепи по интерфейсу RS-485 или посредством шлейфа пожарной сигнализации (ШПС) на блоки контрольной индикации АПС и отображается сопутствующая информация на индикаторе. Надписи: "Поток выше нормы", "Поток ниже нормы"

на главном экране указывает на отклонение потока, вызванное нарушением целостности трубопровода, запылением отверстий, поломкой двигателя аспиратора. Надпись: "Требуется замена фильтра" – загрязнение фильтрующего элемента, формируется при снижении значения параметра "фильтр" до 30 % ("Меню – просмотр параметров – фильтр"). Снятие извещения "Необходимость обслуживания" возможно только после следующих действий: выключения питания, устранения причин неисправности и повторного включения.

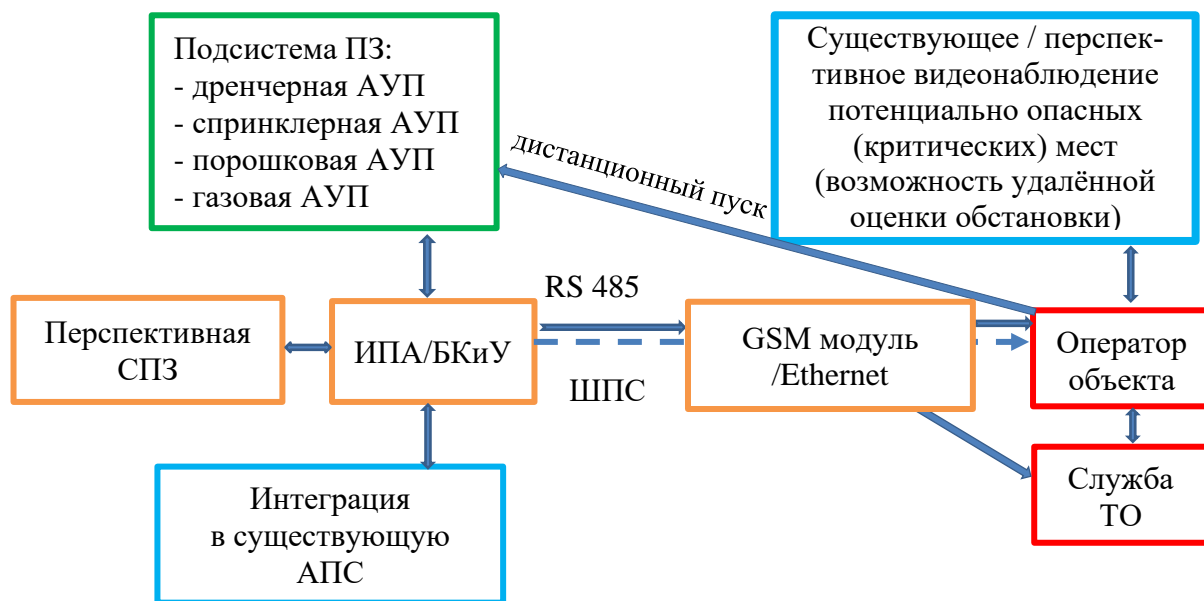


Рис. 1. Последовательность функционирования системы противопожарной защиты

При нарушении работы ИПА будет сформировано извещение "Неисправность" с индикацией состояния и передачей извещения во внешние цепи [4]. Блок контроля и управления, посредством ИПА, в режиме пожарной сигнализации для шлейфов пожарной сигнализации формирует тревожные извещения о пожаре и выполняет запуск автоматизированной системы пожаротушения (АСПТ) при срабатывании извещателей по двухступенчатому способу с одновременной проверкой исправности ШПС. Если функция перезапроса ШПС выключена, то при срабатывании одного извещателя выполняется переход в режим "Внимание", а при сработке второго извещателя в режим "Пожар 1". Если функция перезапроса ШПС включена, то при срабатывании двух (и более) извещателей – переход в режим "Пожар" (или "Пожар 2"). При обрыве или коротком замыкании ШПС блок переходит в режим "Неисправность", а значит данная функция позволяет осуществлять контроль целостности ШПС без дополнительных приборов [2].

Возможность интеграции в систему противопожарной защиты существующего видеонаблюдения критически важных или потенциально опасных мест, без непосредственного внедрения камер видеонаблюдения в систему противопожарной защиты, позволит избежать чрезмерного увеличения потока информации, уменьшить количество дежурного персонала и существенно увеличить объективность контроля больших пространств или опасных мест, а также производить правильную оценку сложившейся обстановки. Дистанционная передача информации службе ТО позволит:

- при необходимости (специфика производства или небольшие размеры объекта) осуществить дистанционный контроль СПЗ объекта;
- сократить время устранения неисправности или неполадки СПЗ;
- организовать оперативное взаимодействие службы с оператором или представителем объекта, а при необходимости с диспетчером противопожарной службы.

Рассмотренный алгоритм построения системы противопожарной защиты позволяет оптимально построить не только современную систему пожарного мониторинга на базе отечественных аспирационных извещателей ИПА, но и поэтапно модернизировать существующие системы пожарного мониторинга в соответствии с возникающими социально-экономическими потребностями и возможностями. Использование современных и приемлемо надёжных технологий GSM и Ethernet по передаче потока данных позволит существенно увеличить скорость принятия оперативных управленческих решений на ранней стадии развития пожара или при возникновении неисправностей (аварийной ситуации). Дистанционная аналитика — это новый вектор развития направления по повышению уровня пожарной безопасности, который требует дальнейших фундаментальных исследований, в том числе, по оценке социально-экономического эффекта.

Литература

1. СП 484.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования. Утв. Приказом МЧС России № 582 от 31 июля 2020 г.
2. СП 486.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования. Утв. Приказом МЧС России № 539 от 20 июля 2020 г.
3. Федоров А.В., Членов А.Н., Лукьянченко А.А., Буцынская Т.А., Демёхин Ф.В. Системы и технические средства раннего обнаружения пожара: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. 159 с.
4. Извещатель аспирационный ИПА v4 (Руководство по эксплуатации). ЗАО "ПО СПЕЦАВТОМАТИКА", 2021. С. 5-7.
5. Инструкция по подключению извещателя аспирационного ИПА v4 к GSM модему TELEOFIS RX 108-R2. 2020. С. 2-3.

А.В. Болотский, В.В. Пицык, А.В. Макушкин
МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТОЙ

Разработана модель оценки технического состояния автоматизированной системы управления противопожарной защитой, в которой функциональные элементы системы управления классифицированы на подсистемы, характеризующиеся индивидуальными значениями интенсивностей отказов и восстановления. Формальное построение модели выполнено в работе по вероятностной схеме повторных испытаний с использованием производящей функции распределения.

Ключевые слова: модель, автоматизированная система противопожарной защиты, надёжность, оценка технического состояния.

A. V. Bolotsky, V. V. Pitsyk, A. V. Makushkin
A MODEL FOR ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION
OF AN AUTOMATED FIRE PROTECTION MANAGEMENT SYSTEM

A model for assessing the technical state of an automated fire protection control system has been developed, in which the functional elements of the control system are classified into subsystems characterized by individual values of failure and recovery rates. The formal construction of the model is carried out in the work according to the probabilistic scheme of repeated tests using the generating distribution function.

Key words: model, automated fire protection system, reliability, assessment of technical condition.

Для эффективного управления процессами развития и эксплуатации автоматизированных систем управления противопожарной защитой и своевременной замены их новыми образцами важно иметь научно-методический аппарат оценки и прогнозирования их работоспособного и предельного состояния – суммарной наработки систем от начала эксплуатации, или её возобновления после ремонта, и до их перехода в предельное состояние [1].

Опыт эксплуатации многих технических объектов показывает, что указанный в технической документации для некоторых из них ресурс и назначенный срок службы иногда бывают занижены. Такого вида несоответствие между нормативными и реальными сроками эксплуатации многих систем можно объяснить, главным образом, тем, что для них расчётные показатели надёжности представляют собой усреднённые по серии производимых систем и по предполагаемым условиям их штатной эксплуатации, которые реально бывают различными даже для однотипных производств. Тем более это типично для систем противопожарной защиты, применяемых в отраслях промышленности.

В работе использованы экспериментально полученные эксплуатационные данные по неисправностям (или "отказам") системы "Болид", эксплуатируемой на предприятии ОАО "Курскрезинатехника", которые важно учитывать при оценке интенсивности отказов, как одного из важных показателей надёжности систем [2].

Результаты статистической обработки данных приведены в табл. 1, по которой можно заключить, что прогнозное значение случайной величины "отказа" лежит в диапазоне от 99 до 428 часов.

Таблица 1

Результаты статистической обработки данных о неисправностях в системе пожарной сигнализации

Выборочное среднее \bar{t} , ч	Величина достоверности аппроксимации, R^2	Коэффициент линии тренда λ , 1/ч	Значение статистики критерия согласия, Φ	Стандартное отклонение выборки, S
99,8	0,97	0,0096	4,39	109,33

Анализ показал, что, несмотря на высокую надёжность, заявленную производителем, отказы в системе противопожарной защиты происходят довольно часто. Поэтому её необходимо регулярно обслуживать, улучшать её программное обеспечение для предотвращения отказов системы. Для этого важно уметь оценивать интенсивности отказов в системе. Чтобы по ним затем прогнозировать её техническое состояние. Помимо этого, по результатам прогнозирования состояния системы можно судить о том, какое число элементов системы может оказаться в нерабочем (рабочем) состоянии на прогнозируемый момент времени, чтобы рационально спланировать сроки проведения мероприятий по её профилактическому обслуживанию.

В её формулировке учитывается, что функциональные элементы автоматизированные системы управления противопожарной защитой (АСУПЗ) формально объединены в подсистемы, характеризующиеся индивидуальными для каждой из них значениями интенсивностей отказов и восстановления. Для каждой подсистемы заданы номинальные значения определяющего параметра, выход которого за пределы допуска свидетельствует о её параметрическом отказе. Считается, что поток отказов в каждом из элементов подсистемы – простейший, и функции плотности потоков отказов и восстановления описываются показательными законами с параметрами λ_i и μ_i , соответственно.

Задача состоит в том, чтобы в сформулированных исходных данных рассчитать для момента времени t вероятности состояний каждого элемента системы $P_{ik} = P(A_{ik})$, и затем для найденных вероятностей P_{ik} рассчитать вероятность $P_{a^*,n}$ состояния системы в целом.

Сформулированная постановка задачи исследования состоит из двух частей, логически взаимно увязанных поставленной целью исследований:

- в первой части задачи требуется рассчитать вероятность состояния каждого элемента автоматизированной системы управления противопожарной защитой системы в отдельности;

- во второй её части, используя полученные результаты решения, требуется рассчитать вероятность состояния системы в целом.

Аналитическое решение первой части задачи находится из решения составленной для введённых исходных данных системы уравнений Эрланга:

$$\begin{cases} P_0(t + \Delta t) = P_0(t)e^{-\lambda\Delta t} + P_1(t)(1 - e^{-\mu\Delta t}); \\ P_1(t + \Delta t) = P_1(t)e^{-(\lambda+\mu)\Delta t} + P_0(t)(1 - e^{-\lambda\Delta t}) + P_2(t)(1 - e^{-\mu\Delta t}); \\ P_k(t + \Delta t) = P_k(t)e^{-(\lambda+\mu)\Delta t} + P_{k-1}(t)(1 - e^{-\lambda\Delta t}) + P_{k+1}(t)(1 - e^{-\mu\Delta t}); \\ P_m(t + \Delta t) = P_m(t)e^{-\mu\Delta t} + P_{m-1}(t)(1 - e^{-\lambda\Delta t}). \end{cases} \quad (1)$$

Для этого она приведена к системе линейных операторных уравнений. В ней трехдиагональная матрица A коэффициентов системы уравнений

$$A(p) X(p) = B, \quad (2)$$

представлена в виде блочной матрицы специального вида, где элементы матрицы A коэффициентов системы уравнений размерности $(m + 1) \times (m + 1)$ имеют вид:

$$A_{0,0}(p) = -(p + \lambda);$$

$$A_{m,m}(p) = -(p + m);$$

$$A_{k,k}(p) = -(p + l + m), k = 1, 2, \dots, L, m - 1;$$

$$A_{k,k-1}(p) = l, k = 1, 2, \dots, L, m;$$

$$A_{k,k+1}(p) = m, k = 0, 1, \dots, L, m - 1;$$

$X(p)$ – вектор, у которого компоненты $x_k(p)$ являются изображениями соответствующих функций $P_k(t)$, $k = 0, 1, \dots, m$;

B – вектор с элементами:

$$B_0 = -1;$$

$$B_k = 0, k = 1, 2, \dots, L, m;$$

p – комплексная переменная в полуплоскости существования изображения функций $P_k(t)$, $k = 0, 1, \dots, m$.

Оценка $X^*(p)$ вектора $X(p)$ построена с использованием процедуры для оценки матричных коэффициентов многомерной модели регрессии с произвольным конечным числом регрессоров.

Опуская для упрощения записи переменную p и вводя её при необходимости, без специальных оговорок, можно представить систему уравнений в следующей форме:

$$\sum_{k=1}^{m+1} A_k X_k = B, \quad (3),$$

где A_k – блочные компоненты матрицы $A = \| |A_1| \cdot |A_2| \cdots |A_k| \cdots |A_{m+1}| \|$;

X_k – блочные компоненты вектора $X = \| |X_1| \cdot |X_2| \cdots |X_k| \cdots |X_{m+1}| \|^\top$.

Для общего случая решение получено в форме рекуррентного соотношения

$$X_k^* = P_{k-1}^* = M_k A_k \prod_{j=1}^{m+1} R_j B^{(c)}, \quad (4)$$

где $M_k = \left(A_k^\top \prod_{j=1}^{k-1} R_j A_k \right)^{-1}$;

$R_j = E - A_j M_j A_j^\top \prod_{j=1}^{j-1} R_j$;

E – единичная матрица.

Для сравнения аналитического (общего) решения с известным (стационарным) решением проведено исследование разработанной модели, которое преследовало главную цель – оценить точность и достоверность оценки технического состояния автоматизированной системы управления противопожарной защитой.

Результат исследования по оценке точности расчёта вероятностей с помощью полученного общего (нестационарного) решения, в зависимости от соотношения параметров $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, представлен на рис. 1.

На графиках рис. 1 по оси абсцисс изображены фиксированные моменты времени прогнозирования t , по оси ординат – соответствующие им вероятности состояния P . Символами $P_{\text{общ}}$ и $P_{\text{ст}}$ помечены значения вероятностей нерабочего состояния АСУПЗ, полученные соответственно по построенному общему и известному стационарному решению системы Эрланга 2-го порядка.

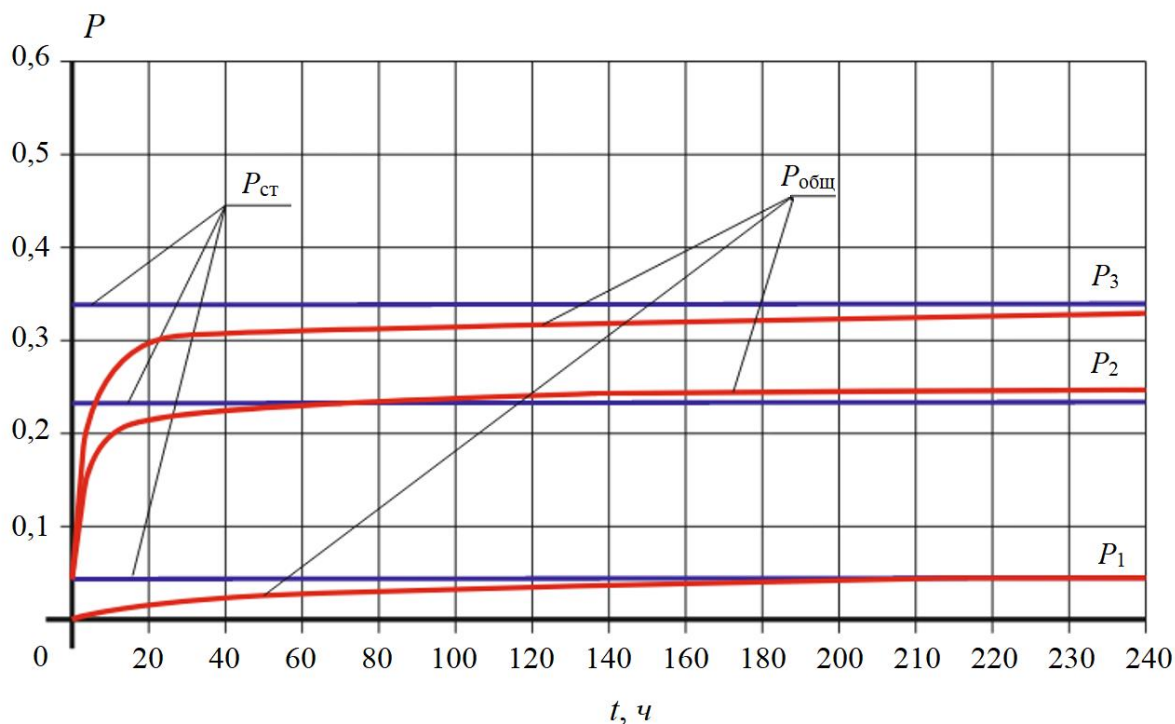


Рис. 1. Точность прогнозирования состояния АСУПЗ

Таким образом, из полученных зависимостей видно, что для одних и тех же значений ρ стационарное и общее решения существенно отличаются для малых отрезков времени. Сопоставляя полученные результаты, можно установить следующее:

если $0 < \rho < 0,5$, то различия стационарного и общего решений существенны только для малых интервалов времени прогнозирования;

если $0,5 \leq \rho < 1$, то различия между стационарным и общим решениями заметны и для продолжительного времени прогнозирования.

Литература

1. Федоров А.В. Лукьянченко А.А., Чан Донг Хынг, Алешков А.М. Основы создания автоматизированных систем управления противопожарной защитой потенциально опасных производств // Технологии техносферной безопасности. 2008. Вып. 2 (18). <http://academygps.ru/ttb>

2. Суховерхова Л.В., Болотский А.В. Экспериментальная оценка интенсивности отказов системы пожарной сигнализации на локальных промежутках времени // Матер. VIII междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов "Проблемы техносферной безопасности – 2019". М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. С. 144-147.

П.В. Комраков, В.Н. Покореев
**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО
ПОЖАРОТУШЕНИЯ НЕЙТРАЛЬНЫМИ ГАЗАМИ
И ПОРОШКОВЫМИ СМЕСЯМИ**

Рассмотрены перспективные способы повышения эффективности пожаротушения за счёт комбинирования огнетушащих порошковых средств и инертных газов. Изложены перспективные направления развития и проблемные вопросы в этой области.

Ключевые слова: эффективность тушения, порошковые средства тушения, нейтральные газы.

P.V. Komrakov, V.N. Pokoreyev
**FEATURES OF THE USE OF COMBINED FIRE EXTINGUISHING
WITH NEUTRAL GASES AND POWDER MIXTURES**

Considered are promising ways to increase the efficiency of fire extinguishing by combining powder fire extinguishing agents and inert gases. The perspective directions of development and problematic issues in this area are stated.

Key words: the efficiency of quenching, powder extinguishing agents, neutral gases.

Известно, что горение большинства веществ прекращается при снижении содержания кислорода в окружающей среде до 12-15 % [1, 2], а для веществ, характеризующихся широкой областью воспламенения (водород, ацетилен), металлов (калий, натрий и др.), некоторых гидридов металлов и металлоорганических соединений, тлеющих материалов – до 5 % и менее. Так, например, предельное содержание кислорода при разведении воздуха азотом для прекращения горения составляет для: ацетилена – 5 %; пропилена – 12,0 %; бутана – 13,0 %; калия – 5,0 %; водорода – 5,0 %; натрия – 5,0 %; метана – 13,0 %; хлопка – 4,0 %; бензина – 12,0-14,0 %; древесины – 12,0-14,0 %.

Практическое достижение таких минимальных концентраций кислорода в закрытых помещениях сопряжено с необходимостью обеспечения максимальной герметизации и ограничения размеров соответствующих объёмов [2, 3], так как интенсивность подачи инертного газа для достижения флегматизирующей концентрации газовой среды находится в прямой зависимости от величины объёмов защищаемых помещений, и их герметичности.

При проектировании систем объёмного пожаротушения, кроме норм расхода и интенсивности подачи газа, важное значение имеет выбор рационального способа подачи газа. Таким образом, при устройстве систем объёмного пожаротушения инертными газами сталкиваются с двумя основными проблемами:

- возможности практического применения данного способа пожаротушения ограничены размерами защищаемых помещений;
- необходимо обеспечить безопасность людей, исключить возможность их гибели из-за недостатка кислорода.

Первая проблема обусловлена тем, что при очень большом объеме помещения трудно обеспечить подачу необходимого количества газа за допустимое (нормативное) время. Кроме того, при этом нужно столь большое количество баллонов с газом, что их стоимость, затраты на хранение и обслуживание могут быть несоизмеримыми со стоимостью защищаемого объекта.

Вторая проблема заключается в том, что предельное разведение воздуха азотом, при котором не наступает удушье, соответствует снижению содержания кислорода до 14-16 % (об.). Поэтому, в соответствии с нормами проектирования и устройства систем объемного пожаротушения, следует предусматривать устройство, сигнализирующее, предупреждающее о пуске системы тушения в действие. Промежуток времени между сигналом и пуском установки должен быть достаточным для эвакуации людей из помещения, что значительно увеличивает время свободного развития пожара. В некоторых случаях не представляется возможным провести своевременную эвакуацию людей в силу объективных обстоятельств (например, при пожарах в салонах самолётов и других летательных аппаратов, в каютах морских судов и подводных лодок).

Учитывая вышеизложенные факторы, а также выводы из работ [2, 4], ограничивающих использование газовых установок пожаротушения, предлагается комбинированное их использование вместе с системами порошкового пожаротушения.

При этом нет необходимости снижать концентрацию кислорода в объёмах помещений до опасной для жизни людей, а достаточно при одновременном разбавлении воздушной среды до предельно безопасных границ, равных 14-16 % (об.), значительно более эффективно применять для пожаротушения порошковые составы. В Украинском научно-исследовательском институте волокон (г. Киев) разработаны технология и оборудование для разделения воздуха на основе полимерных мембран в форме полых волокон, селективно проницаемых по кислороду. На входе в установку подаётся сжатый воздух – на выходе из каналов образуется газовый поток, обогащённый азотом. Регулируя расход воздуха через каналы волокон, получают нейтральную газовую смесь с заданным содержанием азота и кислорода. Мембранные установки созданы по модульному принципу и представляют собой комбинацию модулей (аппаратов) на основе полых волокон, которые соединяются между собой по параллельно-последовательной схеме с регулируемой мощностью. Основными составными частями воздуходелительной установки является компрессор, блок мембранного разделения, регулирующая и контрольно-измерительная аппаратура.

Условия получения азота на установке:

- температура – 20-30 °С;
- давление сжатого воздуха в установке – 0,8-1,0 МПа;
- содержание кислорода в нейтральном газе – 3,0-15 %.

Применение такого независимого источника азота позволяет снизить массогабаритные характеристики установки газового пожаротушения, исключить 100 % резерв и транспортные расходы, упростить обслуживание за счет малой элементной базы.

Кроме того, приблизительная стоимость 1 м³ полученного газа составляет:

- мембранным способом – 0,08 \$ США /нм³;
- криогенным способом – 0,129 \$ США /нм³.

Приведённые системы уже реализованы и используются подразделениями военизированных горноспасательных частей МЧС России для эффективной борьбы с пожарами в шахтах, обеспечивая надёжное объёмное тушение труднодоступных очагов. Азотные системы позволяют всего за несколько часов создать в аварийном участке шахты инертную атмосферу на основе азота, в которой процесс горения полностью прекращается.

Таким образом, регулируя заданный газовый состав в объёме помещения, одновременно эффективно использовать для пожаротушения передвижные или переносные средства порошкового пожаротушения, не создавая тем самым опасности для жизни и здоровья людей.

Очень важно, что при снижении концентрации кислорода в газовой среде помещений в безопасных для жизни людей величинах снижается интенсивность развития процесса горения и создаются условия для боевой работы личного состава пожарной охраны по эффективному тушению очагов горения минимально необходимой массой бинарных синергетических порошковых смесей.

Литература

1. Шабанова С.В., Соболева В.А. Термоаналитическое исследование огнетушащих составов // Огнетушащие порошковые средства: Сб. науч. тр. М.: ВНИИПО МВД СССР, 1985. С. 19-24.
2. Инструкция "Утилизация и регенерация огнетушащих порошков". ГУПО МВД СССР, 1986.
3. Карпинский Б., Рябикин Ю. А., Мансуров З.А. и др. О механизме эффекта синергизма в процессе горения водорода с добавками диэтиламина тетрафтордибромметана // Горение и взрыв: Матер. 3-го Всесоюзного симпозиума по горению и взрыву. Г.: Наука, 1972. С. 716-719.
4. Баранова Л.П. Средства тушения пожаров: Обзор патентных материалов. Г.: ВНИИПО МВД ССР, 1970. 50 с.

М.В. Кузнецов

РАЗРАБОТКА НОВОЙ СТРУКТУРЫ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ РЕАКТОРОВ КЛАССА РБМК С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ИХ БЕЗОПАСНОСТИ

Основным результатом предложенной разработки является усовершенствование аварийной системы одноконтурных ядерных паропроизводящих энергетических установок (реакторов класса РБМК) с целью повышения уровня безопасности этих систем, а также экспериментальная апробация полученных технических решений на электрических модельных тепловыделяющих элементах.

Ключевые слова: реакторы РБМК, периодическая загрузка, конструкция, безопасность, тепловыделяющий элемент.

M.V. Kuznetsov

DEVELOPMENT OF A NEW STRUCTURE OF FUEL RODS OF RBMK CLASS REACTORS AND TESTING OF TECHNICAL SOLUTION IN ORDER TO INCREASE THEIR SAFETY LEVEL

The main result of the proposed development is improvement of emergency system of single-circuit nuclear steam generating power plants (RBMK class reactors) in order to increase the safety level of these systems, as well as experimental testing of the obtained technical solutions on electric model fuel elements.

Key words: RBMK reactors, fuel rod, periodic loading, design, safety.

Важное место в развитии мировой энергетики занимает проблема безопасной эксплуатации атомных теплоэлектростанций. Результатом предложенной разработки является усовершенствование аварийной системы ядерных реакторов одноконтурных парогенерирующих установок за счёт улучшения конструктивного оформления тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ). В результате обеспечивается повышение уровня безопасности этих энергетических систем и появляется возможность увеличить предельно допустимые тепловые нагрузки на единицу массы ядерного топлива, заложенного в ТВЭЛ. В разработке учтены условия работы ТВЭЛов в тепловых парогенерирующих системах прямого действия без промежуточного теплоносителя. В атомной энергетике достаточно широко распространены такие энергетические реакторы, которые по отечественной номенклатуре относятся к классу РБМК. В современных ядерных реакторах типа РБМК используются стержневые ТВЭЛы с источником тепловой энергии в виде таблеток с низким содержанием диоксида урана (UO_2), которые загружаются в трубчатую или цилиндрическую оболочку из стали или сплава циркония однородно по всей длине (т.н. однородная сборка). Выделяющаяся внутри ТВЭЛов энергия отводится обтекающим ТВЭЛы с помощью водного теплоносителя.

Одним из главных возможных источников возникновения аварийной ситуации в паропроизводящем ядерном реакторе является возникновение т.н. "кризиса кипения", при котором штатный режим работы ТВЭЛа (режим пузырькового кипения) переходит в аварийный высокотемпературный режим плёночного кипения, сопровождающийся разрушением ТВЭЛа с катастрофическими последствиями. Явление "кризиса кипения" накладывает жёсткие ограничения на предельно допустимую удельную тепловую нагрузку, принимаемую за основу при проектировании ядерных реакторов данного типа. Существенным недостатком гомогенной загрузки ТВЭЛа с однородным, равномерным по всей длине энерговыделением (а именно такая схема загрузки ТВЭЛа повсеместно используется в существующей практике) является неустойчивость штатного теплового режима их работы (то есть режима кипения жидкого теплоносителя) по отношению к возмущениям, случайно возникающим на локализованном участке ТВЭЛа. Такие возмущения могут вызывать в возмущённой зоне спонтанный переход нормального (штатного) теплового режима работы ТВЭЛа, соответствующего пузырьковому кипению рабочей жидкой среды, в аварийный высокотемпературный режим плёночного кипения, который затем распространяется по всей длине ТВЭЛа. Это явление получило название "автоволнового кризиса кипения". Оно приводит к разрушению парогенерирующей установки и сопровождается крупными катастрофами техногенного характера.

В рамках описываемой разработки предлагается новая конструкция ТВЭЛ для паропроизводящих энергетических установок типа РБМК, в которых источник энергии имеет периодическую структуру загрузки ядерного топлива, чередующегося с инертными вставками (например, в виде термостойкой оксидной керамики или металлических элементов).

После промышленной реализации предложенной разработки будут достигнуты следующие практические результаты:

- снижение опасности возникновения взрывоопасных ситуаций в процессе эксплуатации ядерных энергетических установок в результате потери устойчивости режима парогенерации на ТВЭЛе, сопровождающейся его катастрофическим перегревом и, как следствие, разрушением ТВЭЛа;
- повышение устойчивости процесса парогенерации на ТВЭЛе к локальным возмущениям, вызванным сбоями в системах управления реакторами или другими случайными факторами;
- увеличение максимально допустимого значения съёма энергии с единицы массы ядерного топлива, загруженного в ТВЭЛ, с целью подъёма уровня безопасности ("запаса прочности") ядерного реактора.

Предлагаемая инженерная схема основывается на ранее развитых с участием автора представлениях об автоволновом механизме возникновения и развития "кризиса кипения". Базовая математическая модель,

описывающая динамику развития кризиса, аналогична по структуре классическому уравнению теории горения с одним отличием. Оно состоит в том, что нелинейным членом уравнения является не источник тепловой энергии, а нелинейная функция теплопередачи с поверхности ТВЭЛа в рабочую жидкую среду. Теоретическое исследование было нацелено на поиск оптимальной структуры периодической загрузки топлива (оптимальной схемы чередования в ТВЭЛе активных и пассивных зон), которая должна была обеспечить увеличение уровня устойчивости штатного ("пузырькового") режима парогенерации на ТВЭЛе.

В рамках экспериментальной проверки имеющихся теоретических предположений было проведено исследование предлагаемой схемы загрузки ядерного топлива на примере электрической модели ТВЭЛа. Модельный ТВЭЛ был изготовлен в форме линейного стержневого или проволочного электронагревателя, помещённого в водную рабочую среду. При этом модельный ТВЭЛ состоял из чередующихся активных по интенсивности тепловыделения зон (фрагменты из проволоки с высоким сопротивлением, изготовленные из сплавов Ni-Cr или Fe-Cr-Al) и пассивных (низкоомные проволочные фрагменты, изготовленные из Cu или Ag).

Результаты, полученные на предварительном этапе проработки концепции, подтвердили преимущества по уровню безопасности предлагаемого ТВЭЛа с периодическим по его длине размещением источника тепловой энергии перед ТВЭЛом с однородным (равномерным по всей длине) энерговыделением, а именно:

- предельно допустимая тепловая мощность, при которой самопроизвольно возникает аварийное высокотемпературное состояние пленочного кипения, может быть увеличена на 30-40 %;

- мощность, при которой локальное возмущение может инициировать плёночный режим, возрастёт более чем на 50 %.

Расчёты, проведённые на базе разработанной теоретической модели, а также экспериментальное моделирование предлагаемой конструкции позволяют разработать практические рекомендации для создания конструктивных элементов ТВЭЛов ядерных реакторов нового типа.

Литература

1. Пумир А., Барелко В.В. Устойчивость активных систем с пространственно-циклической активностью: анализ простой модели и применение к проблеме кризиса кипения // Chaos. 2002. Т. 12. № 3. С. 610-616.

2. Барелко В.В., Пумир А., Кринский В. Тепловыделяющий элемент паропроизводящих энергетических установок / Патент РФ № 2221288, Бюл. № 1. 10.01.2004 (международная заявка: PCT/RU03/003-48, 06.04.04).

С.В. Чискидов, М.С. Штарева, К.Н. Лукьянович

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ

Представлены основные результаты по совершенствованию процесса обнаружения и измерения содержания естественных альфа-, бета-радиоактивных аэрозолей в системах вентиляции зданий и сооружений путём разработки рабочего прототипа мобильного роботизированного комплекса и программного обеспечения для его управления.

Ключевые слова: радиоактивные аэрозоли, обнаружение, мобильный роботизированный комплекс.

S.V. Chiskidov, M.S. Shtareva, K.N. Lukyanovich

ON THE ISSUE OF AUTOMATION OF THE SAFETY SYSTEM WHEN MEASURING THE LEVEL OF RADIOACTIVE AEROSOLS IN BUILDING VENTILATION SYSTEMS

The article presents the main results on improving the process of detecting and measuring the content of natural alpha-, beta-radioactive aerosols in ventilation systems of buildings and structures by developing a working prototype of a mobile robotic complex and software for its management

Key words: radioactive aerosols, detection, mobile robotic complex.

В настоящее время существует проблема радиационного контроля за чистотой атмосферы производственных помещений и окружающей среды в связи с быстрым ростом ядерной энергетики, возможными авариями и потенциальными действиями террористов. Также существует проблема ограниченности спектра измерений радионуклидов в окружающей среде: контролируется преимущественно присутствие гамма-нуклидов, в то время как наиболее опасными субатомными частицами для жизни и здоровья человека являются альфа- и бета-частицы [1]. Самым удобным местом незаконного их хранения являются вентиляционные системы, поскольку именно вентиляция охватывает всю площадь зданий и сооружений. Через вентиляцию можно устроить диверсию и вызвать отравление широких территорий нуклидами, смертельно опасными для жизни и здоровья населения. Расположение источника радиоактивных аэрозолей может быть в любой точке системы вентиляции, при этом вызвав заражение всей площади объекта [2]. Проблема особенно актуальна в местах массового скопления людей (административные здания, стадионы, торговые центры, метро, аэропорты, вокзалы и т.д.).

На российском и мировом рынке представлены портативные радиометры альфа-, бета- излучающих нуклидов. Портативные измерительные приборы производятся в носимом исполнении, для решения проблемы комплексного радиационного контроля систем вентиляции они неприменимы [3].

Целью исследования является совершенствование процесса обнаружения и измерения содержания естественных альфа-, бета-радиоактивных аэрозолей в системах вентиляции зданий и сооружений путём разработки мобильного роботизированного комплекса (далее – Комплекс).

Для выполнения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Исследована степень опасного влияния на человека естественных альфа-, бета-радиоактивных аэрозолей, скапливающихся в системах вентиляции зданий и сооружений.

2. Разработаны предложения по совершенствованию процесса обнаружения и измерения содержания естественных альфа-, бета-радиоактивных аэрозолей в системах вентиляции зданий и сооружений путём разработки мобильного роботизированного комплекса.

3. Разработан рабочий прототип мобильного роботизированного комплекса для обнаружения и измерения уровня содержания естественных альфа-, бета-радиоактивных аэрозолей в системах вентиляции зданий и сооружений.

4. Разработано программное обеспечение для управления мобильным роботизированным комплексом в ходе обнаружения и измерения уровня содержания естественных альфа-, бета-радиоактивных аэрозолей в системах вентиляции зданий и сооружений.

Объект исследования – информационные процессы, связанные с обнаружением и измерением содержания естественных альфа-, бета-радиоактивных аэрозолей в системах вентиляции зданий и сооружений.

Предмет исследования – процесс разработки программного обеспечения для управления мобильным роботизированным комплексом в ходе обнаружения и измерения содержания естественных альфа-, бета-радиоактивных аэрозолей в системах вентиляции зданий и сооружений.

Внешний вид разработанного Комплекса представлен на рис. 1.

Так как вентиляционные короба имеют стыки высотой до 50 мм, для реализации проекта был выбран гусеничный способ передвижения роботизированной платформы как наиболее подходящий для исследования систем вентиляции.

Для реализации плавного управления движением каждого трака были использованы контроллеры, основанные на использовании широтно-импульсной модуляции (ШИМ или PWM), как наиболее простой метод регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока.

Так как Комплекс предназначен для использования в закрытых протяжённых пространствах систем вентиляции, интерфейс управления движением платформы выбирался в виде проводного исполнения приёма-передачи данных по техническим соображениям.



Рис. 1. Внешний вид мобильного роботизированного комплекса

По причине возникновения возможных нештатных ситуаций, в задней части Комплекса прикреплён трос для возможности быстрого извлечения его в случае сбоя. Кабель управления УТР закрепляется на тросе.

Комплекс оснащён двумя ультразвуковыми датчиками HC-SR04 в передней и задней части, так как по получаемой оператором видеoinформации сложно определить расстояние до препятствия.

Программная реализация системы управления Комплексом на основе выработанных технических решений осуществлялась в среде Arduino IDE на языке программирования Си.

Применение Комплекса позволит решить вопросы обеспечения безопасности операторов, проводящих измерения, поскольку в настоящий момент мониторинг портативными радиометрами в заражённых зонах производится операторами вручную, в отсутствие средств дистанционных измерений. В результате при исследовании зоны, заражённой альфа-, бета-нуклидами, оператор и вспомогательный персонал подвергаются смертельной опасности. При применении Комплекса уровень обеспечения безопасности операторов, проводящих требуемые измерения повысится, а сам процесс обнаружения и измерения содержания естественных альфа-, бета-радиоактивных аэрозолей в системах вентиляции зданий и сооружений будет усовершенствован.

Литература

1. Александров Ю.А. Основы радиационной экологии: учебное пособие. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2007. 268 с.
2. Архипов С.Ю., Зайцев С.Н., Пагин Д.Ю. Объекты пристального внимания – радиоактивные аэрозоли // Бюллетень по атомной энергии. 2005. № 6. С. 38-45.
3. Тихонов А.А. Измерение содержания естественных радиоактивных аэрозолей по бета-активности проб воздуха // Электронный журнал "Исследовано в России". 2002. № 137. С. 1548-1555.

А.А. Колбасин, Д.А. Иощенко, А.М. Солоненко

ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К АВТОМАТИЧЕСКИМ УСТАНОВКАМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ВОЗГОРАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ

Рассматривается вопрос применения автоматических установок пожаротушения для тушения электрооборудования под напряжением на объектах энергетики. Представлена статистика пожаров на объектах энергетики. В результате выявлена проблема применения автоматических установок пожаротушения для тушения электрооборудования под напряжением.

ключевые слова: электрооборудование, автоматические установки пожаротушения, тушение электрооборудования под напряжением.

A.A. Kolbasin, D.A. Ioshchenko, A.M. Solonenko

PROBLEMS OF REGULATION OF REQUIREMENTS FOR AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING UNITS FOR ELIMINATION OF FIRE IN ELECTRICAL EQUIPMENT UNDER VOLTAGE

The issue of the use of automatic fire extinguishing systems for extinguishing electrical equipment under voltage at energy facilities is being considered. The statistics of fires at energy facilities are presented. As a result, the problem of using automatic fire extinguishing systems to extinguish electrical equipment under voltage has been identified.

Key words: electrical equipment, automatic fire extinguishing installations, extinguishing of electrical equipment under voltage.

Жизнь в современном мире без электрической энергии невозможна, поэтому основной задачей любого государства является поддержание объектов энергетики в постоянной работоспособности и безопасности.

К предприятиям электроэнергетики относят – объекты, используемые в процессе производства, передачи и сбыта электрической энергии, такие как: тепловые и гидроэлектростанции, атомные электростанции, электрические сети, линии электропередач, электрические подстанции. В процессе своего функционирования данные объекты подвержены возникновению крупных пожаров и аварий, которые наносят огромный экономический ущерб для государства.

Анализируя статистику пожаров в нашей стране, которая приведена в табл. 1, в среднем ежегодно происходит более 40 тысяч пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования, в 2020 году произошло 51930 пожаров [3], что составляет 11,82 % от общего числа пожаров в стране и является второй по значимости причиной возникновения пожаров.

Количество пожаров по причине нарушения правил устройства
и эксплуатации электрооборудования

Годы	Количество пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования, ед.	Общее количество пожаров, ед.	% от общего количества пожаров
2005	44658	229800	19,43
2006	44076	220500	19,98
2007	42255	212600	19,86
2008	40320	202000	19,96
2009	41255	187600	21,99
2010	42063	179500	23,43
2011	40892	168500	24,27
2012	40891	162900	25,10
2013	40388	153500	26,31
2014	40871	150800	27,10
2015	40767	145942	27,93
2016	41317	139475	29,62
2017	40528	132884	30,49
2018	41763	131840	31,68
2019	49638	471426	10,53
2020	51930	439306	11,82

По статистике хорошо отслеживается тенденция роста в последние годы пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования.

Рассмотрим один из крупных пожаров, произошедших на объектах энергетики за последние годы в Российской Федерации.

4 января 2015 года в 9 ч 7 мин по местному времени на Сургутской ГРЭС-2¹ произошло крупное возгорание в котло-турбинном цехе и последующее за этим через 5 мин обрушение кровли над местом пожара. По предварительной информации загорелось турбинное масло энергоблока номер 4, который находился в ремонте. Площадь возгорания составила около 400 м². Площадь обрушения кровли – около 1300 м². Из-за обрушения кровли, снизилась температура воздуха в помещениях ГРЭС, что привело к отключению энергоблока № 2 и № 5, из-за невозможности работы при низких температурах. Пострадали несколько человек, один получил незначительные ожоги, трое надышались угарным газом. К ликвидации последствий пожара были привлечены 26 единицы техники и 87 спасателей. [4]

Проблемой тушения пожаров на объектах энергетики является наличие оборудования, находящегося под напряжением, что может привести к поражению электрическим током личного состава пожарных подразделений, участвующих в тушении. Согласно требованиям приказа МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 "Боевой устав подразделений пожарной

¹ ГРЭС – гидрорециркуляционная электростанция

охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ" [1], при тушении пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением необходимо получать письменный допуск, на проведение работ. Процесс получения допуска занимает большое количество времени, что приводит к распространению пожара и увеличению экономического ущерба. В связи с этим считаем целесообразным применять автоматические установки пожаротушения, что позволит замедлить развитие пожара или его ликвидировать, а также обезопасить личный состав, привлекаемый для тушения пожара.

Но в настоящее время применение автоматических установок пожаротушения имеют ряд ограничений при тушении пожаров класса *E*. Согласно СП 485.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования": для помещений, в которых имеется оборудование с открытыми неизолированными токоведущими частями, находящимися под напряжением, следует предусматривать подачу огнетушащего вещества при срабатывании автоматической установки пожаротушения (АУП) после отключения электроэнергии.

Допускается подача огнетушащего вещества при срабатывании АУП для тушения оборудования с открытыми неизолированными токоведущими частями, находящимися под напряжением без отключения электроэнергии, если в проектной документации приведены мероприятия, исключающие поражение электрическим током персонала объекта. [2]

Во время пожара важна каждая секунда, чем раньше произойдет подача огнетушащего вещества в очаг пожара, тем быстрее наступит ликвидация горения. Но ограничения, указанные в нормативных документах Российской Федерации, не позволяют применять автоматические установки пожаротушения для тушения электрооборудования под напряжением, сразу после обнаружения пожара. Стоит задаться вопросом, при отсутствии людей в помещении, в котором происходит горение электрооборудования под напряжением, целесообразно ли затрачивать время на отключение электроэнергии?

В технической документации на различные виды автоматических установок пожаротушения указано, что они могут применяться для тушения электрооборудования под напряжением только до 1000 В. Чтобы углубиться в изучении данной проблемы необходимо произвести анализ нормативных документов зарубежных стран и международных стандартов в области тушения пожаров класса *E* при помощи автоматических установок пожаротушения. Произвести экспериментальное исследование для определения работоспособности, безопасности и эффективности тушения электрооборудования под напряжением, при помощи различных видов автоматических установок пожаротушения.

Литература

1. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 "Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ" (ред. от 28.02.2020).
2. Приказ МЧС России от 31 августа 2020 г. № 628 "Об утверждении свода правил "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования".
3. Пожары и пожарная безопасность в 2019 г.: Статистический сборник / под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО МЧС России, 2020. 80 с.
4. Пожар и обрушение кровли на Сургутской ГРЭС-2. <https://tesiaes.ru/?p=10137>

К.П. Щетнев, Е.Ю. Макаров, И.В. Боговина

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ЗДАНИЙ НА БАЗЕ САМОДВИЖУЩЕГОСЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО ПОЖАРНОГО КОМПЛЕКСА

В современных условиях необходима разработка и применение системы пожаротушения на базе самодвижущегося роботизированного комплекса (мобильного робота), который позволяет существенно увеличить эффективность тушения возгорания на ранней стадии таких объектов, как кабельные и конвейерные тоннели. Предложена схема общей компоновки самодвижущегося робота с направляющими для движения и разрабатываемой методики проведения испытаний. Актуальность работы заключается в мобильности подключения робота к магистралям с водой.

Ключевые слова: робот пожарный, направленное тушение, пожаротушение.

K.P. Shchetnev, Y.Y. Makarov, I.V. Bogovina

AUTOMATIC WATER FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS BASED ON A SELF-PROPELLED ROBOTIC FIRE COMPLEX

In modern conditions, it is necessary to develop and use a fire extinguishing system based on a self-propelled robotic complex (mobile robot), which makes it possible to increase the efficiency of extinguishing a fire at an early stage of such objects as cable and conveyor tunnels. A diagram of the general layout of a self-propelled robot with guides for movement and a developed test procedure is proposed. The relevance of the work lies in the mobility of connecting the robot to highways with water.

Key words: robot firefighter, directional extinguishing, firefighting.

Для решения целого комплекса задач в области пожаротушения таких объектов, как протяжённые (кабельные и конвейерные тоннели), высотные здания и производственные цеха больших площадей, складские помещения, объекты с массовым пребыванием людей (спортивные арены, выставочные комплексы) предлагается рассмотреть концепцию разработки пожарного комплекса на базе самодвижущегося пожарного робота.

Цель работы – разработка типового варианта установки на базе самоходного роботизированного пожарного комплекса. Работа выполнена сотрудниками Академии ГПС МЧС России и фирмы ООО "Автоматические Системы Спасения".

В данном варианте разрабатывается интеллектуальный самоходный программируемый комплекс пожаротушения на базе пожарного робота с направляющими для движения.

Рассматриваемая система представляет собой мобильный робот, движение которого осуществляется по направляющим, расположенным под перекрытием/фермами защищаемого помещения, либо вдоль ограждающих конструкций. Робот выезжает к месту очага возгорания, находит его, подключается к магистрали с водой и производит направленное тушение. Таким образом, обеспечивается точечное тушение возгораний на ранних стадиях (расчётное время – не более 60 с с момента получения первичного сигнала), при этом, в сравнении со стандартными водозаполненными установками, уменьшается нагрузка системы на конструкции объекта.

В состав комплекса входят:

1. Робот с модулями пожаротушения, позиционирования и подключения к питающему магистральному трубопроводу.
2. Направляющие передвижения робота.
3. Стационарная зарядная станция.

Основные элементы комплекса представлены на рис. 1.

Модуль позиционирования включает в себя два индуктивных датчика положения, размещённых по обе стороны корпуса робота.

Рельсовый путь робота разделён на зоны. В пределах этих зон установлены стыковочные узлы для подключения к питающему магистральному трубопроводу, электрическому питанию и каналу связи. Для определения роботом зон стыковки, непосредственно перед каждым стыковочным узлом установлена магнитная метка управления. По достижении выбранной магнитной метки робот переходит в парковочный режим, снижает скорость движения и подготавливает стыковочный механизм к стыковке со стыковочным узлом. По факту стыковки робота происходит соединение с каналом связи базового модуля, робот осуществляет переход из автономного режима в управляемый и передаёт на базовый модуль сигнал о достижении заданной зоны, переходит в режим ожидания дальнейших команд от базового модуля и включает режим наведения лафета на очаг возгорания [1, 2].

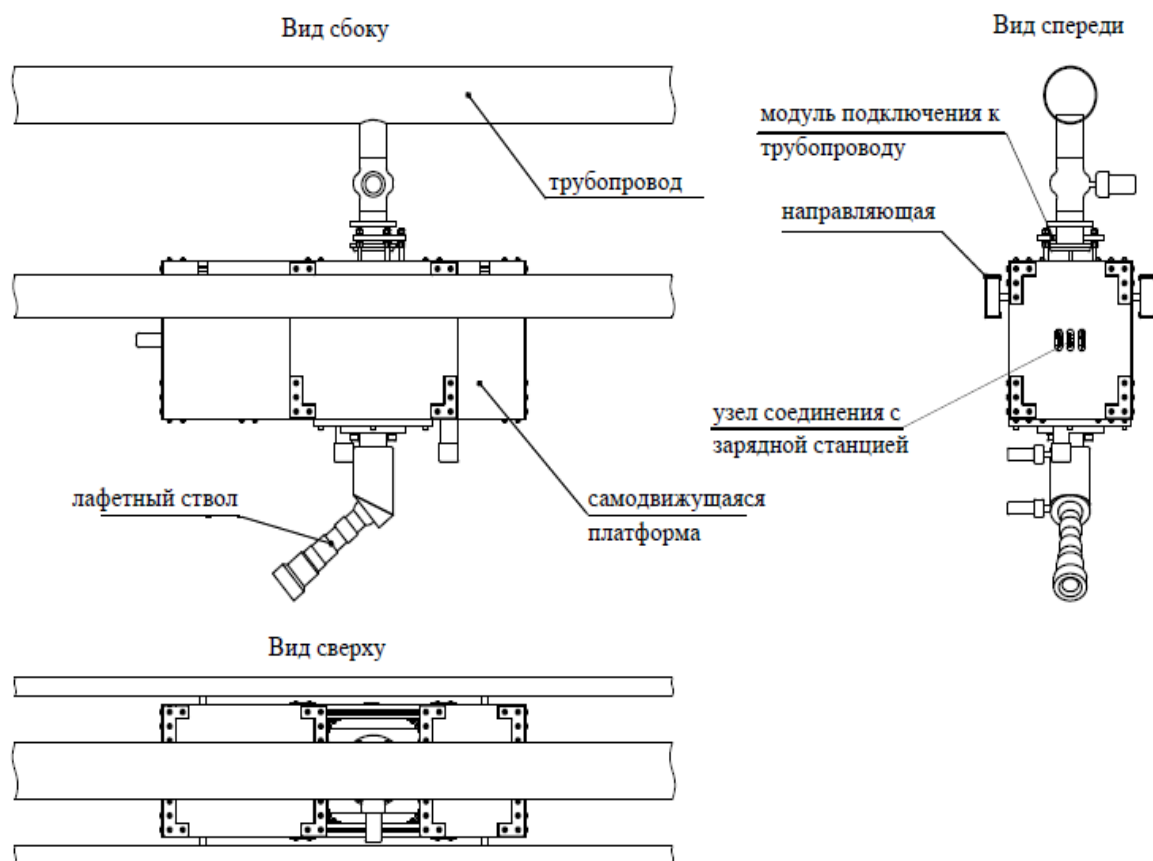


Рис. 1. Самодвижущийся роботизированный пожарный комплекс.
Основные элементы системы

С учётом основных характеристик опытной модели (табл. 1), габаритов предполагаемого типового помещения, выбирается установка на базе не менее, чем двух самодвижущихся роботов, с целью выполнения требований п. 8.1.3 [3].

Таблица 1

Технические характеристики комплекса

Наименование элемента	Параметр	Значение параметра
Подвижная часть	Автономное время работы, мин	60
	Максимальная скорость передвижения, м/с	8,3
	Масса, кг	150
Лафетный ствол	Угол поворота лафетного ствола в горизонтальной плоскости	0-270°
	Угол поворота лафетного ствола по вертикали	0-90°
	Точность попадания струи при её длине 50 м, м	±1
Модуль подключения к трубопроводу	Время подключения, с	5
Направляющие	Предел огнестойкости	R90

Общая схема работы комплекса выглядит следующим образом:

- после получения сигнала от системы пожарной сигнализации робот стартует из точки парковки к месту возгорания. На данном этапе получение сигнала возможно, в том числе, и от установленных на роботе датчиков (видеосканеров или аналогичных) при периодичном мониторинге объекта роботами, либо от систем видеонаблюдения при круглосуточном обслуживании объекта персоналом;

- при достижении расчётной скорости движения (разгон – 30 с) при помощи мотор-редуктора робот поддерживает данную скорость до входа в зону, максимально приближенную к зоне узла стыковки. При этом равномерное движение с заданной скоростью не превышает 180 с. Данные по узлу передаются до старта робота, поиск узла производится посредством модуля позиционирования;

- при входе в зону узла стыковки робот замедляет свой ход (торможение – 15 с). Происходит включение системы поиска возгорания;

- надёжное соединение производится при помощи моторов узла стыковки после полной остановки робота (20 с);

- после остановки, стыковки и определения зоны возгорания в узле стыковки происходит открытие клапана подачи огнетушащего вещества (ОТВ), происходит автоматическое включение насосов установки пожаротушения, начинается работа установки по локализации возгорания в течение заданного (нормативного) времени тушения;

- по окончании работы установки роботам даётся команда на возвращение к месту парковки, насосная установка отключается, клапан подачи ОТВ закрывается, робот производит отсоединение узла и, по направляющим, движется к месту парковки.

Таким образом, при выборе компоновки системы и размещения её элементов, учитываются указанные временные параметры.

В заключение стоит отметить, что в ходе работы были получены следующие результаты:

1. Разработана схема общей компоновки самодвижущегося робота с направляющими для движения.

2. Разработан типовой проект установки.

3. Разрабатывается методика проведения испытаний масштабного макета каркаса и ходовой части, которые показали работоспособность выбранной конструкции.

Литература

1. Горбань Ю.И. Пожарные роботы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране. М.: Пожнаука, 2013. 351 с.

2. Меженов В.А., Ольховский И.А. Истечение огнетушащих веществ и образование струй из ствольной техники с универсальным насадком // Матер. 9-й междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов "Проблемы техносферной безопасности". М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. С. 12-19.

3. СП485.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

В.А. Николаев, А.Н. Федин

ПРОБЛЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВЫХ СРЕДСТВ ОХРАННОЙ И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Поднята и рассмотрена проблема взаимного влияния охранных аэрозольных систем активной защиты, автоматических систем дымоудаления и пожарных дымовых извещателей. Проанализирован характер этого взаимодействия. Обоснованы предложения по гармонизации нормативной документации с целью учёта влияния систем активной защиты при проектировке охранной и пожарной сигнализации на объекте.

Ключевые слова: аэрозольная система активной защиты, пожарный дымовой извещатель, система дымоудаления.

V.A. Nikolayev, A.N. Fedin

PROBLEM OF INTERRELATION OF MEANS SECURITY AND FIRE ALARM SYSTEMS FOR BUILDINGS

The problem of mutual influence of security aerosol active protection systems, automatic smoke removal systems and fire smoke detectors is raised and considered. The nature of this interaction is analyzed. The proposals on the harmonization of regulatory documentation in order to take into account the influence of active protection systems in the design of security and fire alarm systems at the facility are substantiated.

Key words: aerosol active protection system, fire smoke detector, smoke exhaust system.

Важнейшей составной частью систем обеспечения безопасности различных объектов и имущества являются технические средства охранной и пожарной сигнализации (охранные и пожарные извещатели, средства активной защиты, системы пожаротушения и дымоудаления) [1-5]. Эти средства как правило устанавливаются в помещениях защищаемых объектов в непосредственной близости друг от друга, поэтому для обеспечения их устойчивого функционирования необходимо учитывать их взаимное влияние.

Наиболее распространённые охранные и пожарные извещатели основаны на близких физических принципах действия, имеют сходные конструктивные особенности, поэтому, несмотря на различия функционального назначения, негативного влияния друг на друга не оказывают.

Однако, в связи с развитием требований к обеспечению безопасности, появлением новых классов технических средств охраны на объектах могут применяться средства активной защиты. Основными типами объектов, где применяются указанные средства, являются:

- объекты кредитно-финансовой сферы;
- ювелирные и антикварные магазины, ломбарды;
- промышленные объекты и склады.

Одним из видов средств активной защиты объектов и имущества являются аэрозольные системы для предотвращения краж материальных ценностей (аэрозольные системы), представляющие собой комплекс устройств, управляемый техническими средствами охраны и предназначенный для генерирования искусственного тумана (дыма) в объёме пространства помещения с целью снижения видимости объектов противоправного посягательства [1, 3].

Опыт активного внедрения аэрозольных систем в системы комплексной безопасности объектов в отечественной практике начался 6-7 лет назад при возникшей острой необходимости повысить надёжность охраны банкоматов, расположенных в так называемых "зонах 24" объектов, принадлежащих ПАО "Сбербанк" [5].

Одним из основных аспектов применения аэрозольных систем для обеспечения безопасности объектов является влияние аэрозоля (дыма) на охранные и пожарные извещатели.

Все изготовители аэрозольных систем, присутствующих на российском рынке, заявляют безопасность аэрозоля для людей и радиоэлектронной и электроаппаратуры, что подтверждается сертификатами, а также почти полное отсутствие какого-либо сухого остатка (налёта) после его испарения. Следовательно, можно ожидать, что воздействие аэрозоля не приведёт к окислению и коррозии элементов и деталей извещателей. Минимальный налёт, остающийся после испарения аэрозоля, не оказывает существенного влияния на работу извещателей (в том числе и оптико-электронных), и при очередном регламентном обслуживании извещателя будет удалён. Поэтому можно утверждать, что на техническую исправность охранных и пожарных извещателей аэрозольные системы не влияют.

Однако, вследствие изменения аэрозодем оптических свойств воздуха, он будет оказывать влияние на функционирование оптико-электронных извещателей:

а) для пассивных охранных инфракрасных оптико-электронных извещателей может произойти значительное снижение их обнаружительной способности на время воздействия аэрозоля;

б) активные охранные инфракрасные оптико-электронные извещатели в зависимости от действительного значения коэффициента запаса и плотности аэрозоля могут сформировать извещение о тревоге;

в) аэрозоль полностью нарушит функционирование систем видеонаблюдения (видеоподтверждения) и охранных извещателей, физический принцип которых основан на цифровом анализе изображения (так называемой "видеоаналитике").

месте с тем, срабатывание аэрозольной системы безопасности, функционирующей в составе объектовой подсистемы систем централизованного наблюдения, само по себе означает наличие нештатной ситуации (вторжения) в охраняемом помещении (аэрозольная система штатно запускается после срабатывания охранных извещателей, в том числе и оптико-электронных), требующей прибытия группы реагирования, поэтому значительного негативного влияния на обеспечение безопасности объекта в части функционирования охранных оптико-электронных извещателей наличие аэрозоля в воздухе не окажет.

В отличие от охранных систем, воздействие искусственного тумана (дыма) на пожарные дымовые извещатели является серьёзной проблемой. Имеющиеся на отечественном рынке аэрозольные системы безопасности обеспечивают показатели плотности генерируемого аэрозоля (дыма) и скорости её увеличения [1, 2], приводящие к срабатыванию этих извещателей в соответствии с их функциональным назначением, что повлечёт прибытие на объект пожарного расчёта, а также приведение в действие систем пожаротушения и дымоудаления.

Сказанное выше подтверждается проведённым натурным экспериментом, в результате выявлено следующее:

а) срабатывание аэрозольной системы в закрытом помещении объёмом около 100 м^3 , расположенном в здании офисного типа, приводит к полному заполнению его искусственным туманом, что вызывает срабатывание установленных на высоте 3,5 м (на потолке) дымовых извещателей;

б) при открывании в помещении окна и двери туман под действием потоков воздуха (сквозняка) распространяется в смежное помещение (коридор) вызывая срабатывание установленных там на такой же высоте извещателей.

Основываясь на результатах эксперимента, можно предполагать, что срабатывание в охраняемом помещении аэрозольной системы при определенных условиях может вызывать срабатывание пожарной сигнализации в здании даже в том случае, если в помещении, защищаемом аэрозольной системой, дымовые извещатели отсутствуют.

Существует также и проблема влияния пожарных систем безопасности на функционирование и эффективность аэрозольных систем, заключающаяся в срабатывании автоматических систем дымоудаления и пожаротушения при наличии в воздухе помещения плотного тумана (дыма). Срабатывание системы дымоудаления приведёт к быстрому удалению сгенерированного аэрозольной системой тумана (дыма), а срабатывание системы пожаротушения (водяной или порошковой) может привести к ущербу для здоровья людей и повреждению имущества, находящегося на охраняемом объекте.

Путём решения указанных проблем взаимодействия аэрозольных и противопожарных систем является проработка вопроса гармонизации действующих в области систем охранной и пожарной сигнализации нормативно-технических документов в целях обеспечения канала связи между аэрозольной системой и дымовыми извещателями для передачи сигнала, запрещающего срабатывание извещателя при срабатывании аэрозольной системы. В настоящий момент данные системы приведены к размежеванию [4].

Литература

1. ГОСТ Р 58858-2020 "Аэрозольные системы. Общие технические требования и методы испытаний".
2. "Единые требования к системам передачи извещений, объектовым техническим средствам охраны и охранным сигнально-противоугонным устройствам автотранспортных средств, предназначенным для применения в подразделениях вневедомственной охраны войск национальной гвардии Российской Федерации", утверждённые решением Технического совета ГУВО Росгвардии (протокол от 07.05.2020 № 1).
3. МЭК 62642-8:2011 "Системы тревожной сигнализации. Системы охранной сигнализации Часть 8.: Аэрозольные устройства/системы безопасности".
4. СП 484.1311500.2020. "Свод правил. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования".
5. Членов А.Н., Климов А.В. Модель управления безопасностью объектов кредитно-финансовой системы // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2015. № 2. С. 71-76.

Д.А. Прошутинский, В.А. Николаев
**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
В ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ ОБНАРУЖЕНИЯ**

Рассмотрен опыт внедрения технологий искусственного интеллекта в области развития средств обнаружения нарушителя, определены основные направления. Рассмотрены преимущества, недостатки и имеющиеся ограничения применения технологий искусственного интеллекта для развития средств обнаружения, сопровождения и наблюдения нарушителей на охраняемых объектах с большой площадью территории или акватории.

Ключевые слова: искусственный интеллект, робототехнический комплекс, технические средства охраны, средства обнаружения проникновения.

D.A. Proshutinsky, V.A. Nikolayev
THE MAIN WAYS OF THE INTRODUCTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE TECHNICAL MEANS OF DETECTING

The experience of introducing artificial intelligence technologies in the development of intruder detection tools is considered, the main directions are determined. The advantages, disadvantages and existing limitations of the use of artificial intelligence technologies for the development of means of detecting, tracking and observing intruders at protected facilities with a large area or water area are considered.

Key words: artificial intelligence, robotic complex, technical security equipment, intrusion detection tools.

В последнее время высокая актуальность проблемы развития передовых информационных технологий, в том числе технологий искусственного интеллекта, признана государством, им уделяется большое внимание при определении приоритетных направлений фундаментальных научных исследований в Российской Федерации [1, 2]. Вместе с тем, сферы применения данных технологий до конца не определены.

На сегодняшний день в области средств безопасности технологии искусственного интеллекта широко применяются в составе систем умного города и систем контроля и управления доступом, в частности широко применяются системы компьютерного зрения.

Вместе с тем технологии искусственного интеллекта имеют богатый потенциал для применения в технических средствах и системах обнаружения, сопровождения и наблюдения нарушителя на охраняемых объектах большой площади или прилегающей акватории.

Для защиты ограниченных по площади территорий объектов, а также помещений в настоящее время применение технологий искусственного интеллекта является как правило экономически нецелесообразным.

В последнее время получили развитие следующие виды средств обнаружения проникновения для защиты больших по площади и протяжённости периметров объектов, в которых могут применяться как дискретные алгоритмы, так и технологии искусственного интеллекта:

- радиолокационные средства обнаружения для защиты больших территорий охраняемых объектов;
- перспективные гидроакустические средства обнаружения для защиты акваторий объектов;
- радиолокационные средства обнаружения для обнаружения пролётов беспилотных воздушных судов в зоне расположения охраняемых объектов;
- волоконно-оптические средства обнаружения для защиты протяжённых периметров охраняемых объектов.

Все вышеуказанные технические средства позволяют существенно снизить количество оборудования, необходимого для обеспечения защиты объектов с большой площадью или протяжённым периметром, что снижает затраты на монтаж, обслуживание и контроль работоспособности технических средств охраны. Кроме того, указанные средства обнаружения позволяют закрыть удалённые участки периметра.

Вместе с тем, для подобных систем остро стоит проблема поиска, репрезентативного, релевантного и корректно размеченного набора данных для формирования непредвзятого решения.

На практике, в настоящее время, внедрение средств обнаружения, построенных с применением технологий искусственного интеллекта, хоть и позволяет в идеале достичь более высоких показателей обнаружительной способности и помехоустойчивости, по сравнению с традиционными периметровыми средствами обнаружения, но требует индивидуального подхода при обучении систем различным типам тревожных и помеховых воздействий, имеющих свою специфику на каждом конкретном объекте или даже участке периметра (территории). Данная особенность налагает очень высокие требования к квалификации проектно-монтажной и обслуживающих организаций или подразделений.

Например, при настройке волоконно-оптических средств обнаружения необходимо обеспечить обучение типовым тревожным и помеховым воздействиям при их установке в грунт или на ограждение, которые обладают различными свойствами. При этом на практике сохраняется уязвимость к разовым помеховым воздействиям, особенно на удалённых участках периметра или территории, например ложное срабатывание обученного волоконно-оптического средства обнаружения может вызвать пролёт вертолёта на низкой высоте. Следует отметить, что действующие требования национальных стандартов в области средств обнаружения проникновения не предлагают методик оценки технических средства охраны, функционирующих с применением технологий искусственного интеллекта.

В то же время, в ряде случаев, подобные технические средства, при должном обучении демонстрируют продолжительную стабильную работу. Так, применение радиолокационных средств обнаружения гражданского применения, обладающих малым излучением, позволяет обеспечить защиту значительных по площади объектов при минимальном объёме строительно-монтажных работ. Положительно можно оценить опыт применения радиолокационных средств обнаружения при обеспечении безопасности музея-заповедника "Херсонес Таврический" (г. Севастополь), минимизация строительно-монтажных работ в этом случае позволила соблюсти охранные требования Минкультуры России, предъявляемые к сохранности археологического памятника [3].

В ходе Форума "Армия-2021" были представлены также мобильные технические решения с подобным функционалом для защиты мест временного базирования войск и других объектов, защиту которых необходимо временно обеспечить или усилить.

В качестве дополнительного или альтернативного способа обнаружения нарушителя на охраняемых объектах большой площади могут использоваться системы видеонаблюдения с функцией видеоаналитики [4].

Современные системы позволяют определять попадание в зону обнаружения силуэта человека, а также другие типовые ситуации, например перелет через ограждение или оставление на территории потенциально опасных предметов.

Вместе с тем, эффективность таких систем резко снижается в плохих метеоусловиях (туман, особенно соляной, дождь, метель) и в ночное время, что требует компенсирующих мероприятий, например, дооборудование тепловизионным каналом обнаружения, охранным освещением.

В ряде случаев альтернативой или дополнением к вышеописанным системам охранного телевидения, для обеспечения видеоподтверждения тревог и сопровождения нарушителя на охраняемых объектах большой площади могут применяться беспилотные воздушные суда, базирующиеся в автоматических ангарах на территории охраняемого объекта и интегрированные в систему безопасности.

Применение таких систем с одной стороны позволяет осуществлять видеоподтверждение тревог в труднодоступных и удалённых участках объекта, наблюдение за которыми затруднено для стационарных видеокамер, а, с другой стороны, позволяет осуществлять устойчивое сопровождение и наблюдение за нарушителем, передвигающимся по любому открытому участку территории объекта.

В этом случае при получении извещения о тревоге беспилотная авиационная система осуществляет запуск беспилотного воздушного судна из автоматического ангара и наведение его на место проникновения нарушителя. Необходимо отметить важность отладки в таких системах функций систем компьютерного зрения, нацеленных, прежде всего, на обнаружение и автоматическое сопровождение нарушителя, что повышает эффективность работы внешнего пилота.

В настоящее время одним из передовых направлений применения технологий искусственного интеллекта является применение телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов для обеспечения безопасности акваторий.

Повышенная потребность в применении технологий искусственного интеллекта в части автоматизации движения телеуправляемого необитаемого подводного аппарата, а также обнаружение или верификация нарушителей средствами обнаружения, связана с техническими ограничениями на передачу больших объёмов информации, например видеосигнала.

В настоящее время на развитии технологий искусственного интеллекта сказывается сложность решения данных проблем и серьёзное отставание отечественных технических решений в данной области.

Вместе с тем, представленные в рамках отдельной секции Международного промышленного форума "Интеллект машин и механизмов" перспективные технические решения в области морской робототехники позволяют расширить область применения подводных робототехнических комплексов для обеспечения защиты акваторий охраняемых объектов.

В рамках данного форума придавалось особое значение необходимости налаживания более тесного взаимодействия между научными организациями, предприятиями промышленности и заказывающими организациями при развитии и внедрении технологий искусственного интеллекта.

На текущий момент применение рассмотренных технологий искусственного интеллекта в технических средствах и системах обнаружения, сопровождения и наблюдения нарушителя на охраняемых объектах большой площади или с прилегающей акватории можно выделить следующие основные направления их внедрения, различающиеся сферой и характером использования:

1) в средствах обнаружения для защиты объектов большой площади и протяженности периметра, а также акваторий объектов, что связано с необходимостью обработки больших объёмов первичной информации;

2) технологии компьютерного зрения в системах видеоаналитики для применения средств видеонаблюдения (в оптическом и инфракрасном диапазоне) в качестве средств первичного обнаружения нарушителя;

3) в подводных робототехнических комплексах для управления телеуправляемым необитаемым подводным аппаратом при решении задач обследования акватории объекта, подтверждения тревоги, сопровождения и наблюдения за нарушителем, в части как компьютерного зрения, так и обеспечения решения телеуправляемыми необитаемыми подводными аппаратами сложных задач в автономном или полуавтономном режиме работы;

4) для видеоподтверждения тревоги, сопровождения и наблюдения нарушителя при помощи беспилотного воздушного судна в местах, где затруднена или невозможна установка системы стационарного видеонаблюдения.

Стоит отметить, что несмотря на значительный прогресс в области наземных робототехнических комплексов и стационарных автоматизированных средств активной защиты их область применения сравнительно уже. Так, наземные робототехнические комплексы могут быть признаны полезными для осуществления противодействия нарушителям на начальном этапе реагирования, давая силам охраны дополнительное время на осуществление развёртывания [5]. Вместе с тем, для эффективного применения периметр объекта должен быть насыщен наземными робототехническими комплексами, находящимися в высокой боевой готовности. Кроме того, нормативно-правовая основа применения подобных комплексов при охране объектов, на текущий момент, не проработана [5].

Таким образом, можно сделать вывод о существовании широкой сферы применения технологий искусственного интеллекта в средствах и системах обнаружения, сопровождения и наблюдения нарушителей на охраняемых объектах с большой площадью территории или акватории, требующей проведения значительного объёма научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также проработки соответствующей нормативно-технической базы.

Литература

1. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, утверждённая указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490.

2. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы), утверждённая распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р.

3. Приказ Министерства культуры РФ от 12 августа 2016 № 1864 "Об утверждении требований к осуществлению деятельности и градостроительным регламентам в границах территории объекта культурного наследия федерального значения – достопримечательное место "Древний город Херсонес Таврический и крепости Чембало и Каламита", расположенного в городе Севастополе".

4. Членов А.Н., Демёхин Ф.В., Буцынская Т.А., Дровникова И.Г. Новые направления применения видеотехнологий в системах безопасности // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2009. № 3. С. 88-93.

5. Членов А.Н., Климов А.В. Модель управления безопасностью объектов кредитно-финансовой системы // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2015. № 2. С. 71-76.

В.А. Меженев, И.А. Ольховский, О.В. Двоенко

ИСПЫТАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ МАШИННЫХ ЗАЛОВ КАЛИНИНСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Рассмотрено применение метода триангуляции для определения местонахождения очага пожара роботизированными пожарными стволами при проведении испытаний роботизированной установки пожаротушения для защиты машинных залов Калининской атомной электростанции.

Ключевые слова: роботизированная установка пожаротушения, автономно-адаптивная система, лафетный ствол, триангуляция, компрессионная пена.

V.A. Mezhenov, I.A. Olkhovsky, O.V. Dvoenko

TESTS OF THE MULTIFUNCTIONAL COMPLEX OF FIRE PROTECTION OF THE MACHINE HALLS OF THE KALININ NUCLEAR POWER PLANT

The paper considers the use of the triangulation method for locating a fire source by robotic fire nozzles when testing a robotic fire extinguishing installation to protect the engine rooms of the Kalinin nuclear power plant.

Key words: robotic fire extinguishing system, autonomous adaptive system, carriage barrel, triangulation, compression foam.

В последнее десятилетие мировые тенденции склоняются к применению роботов практически во всех сферах деятельности человека. Не обошли стороной данные тенденции и системы обеспечения пожарной безопасности на объектах защиты различных классов функциональной пожарной опасности.

Всё более актуальным становится применение стационарных роботизированных установок пожаротушения (РУП) на базе лафетных пожарных стволов (ЛС). Данные системы зарекомендовали себя из-за того, что прибором подачи огнетушащих веществ (ОТВ) являются ЛС, которые в отличие от спринклерных или дренчерных систем подают ОТВ точно, а не по всей защищаемой площади. При этом ЛС могут защищать протяжённые пространства благодаря эффективной дальности струи, превышающей размеры карты орошения спринклерных или дренчерных систем. Оборудование данных ЛС электродвигателями и датчиками поиска пламени позволяет автоматизировать движение и определение пламени во всех плоскостях объекта защиты, в диапазоне дальности работы [1].

Сегодня производителями РУП с функцией поиска пламени и подачи ОТВ в очаг пожара являются ООО "ИЦПР"ЭФЭР", ООО "Уралмеханика", ООО "Коруфайер", ООО "Пожтехспас", ООО "НПП "ИНПРОКОМ" и др. У каждого производителя индивидуальные подходы к определению очага и условиям подачи ОТВ, но наиболее распространённый способ,

это зональное определение очага в пространстве объекта защиты и подача ОТВ на защищаемую площадь, что приводит к излишним проливам. Вследствие чего повышается вероятность увеличения прямого и косвенного ущерба от тушения для самого защищаемого объекта. Данный подход выбирается производителями в связи с невозможностью современными датчиками поиска пламени точно определять расстояние до очага пожара, а лишь только дать сигнал что перед ЛС есть ИК-излучение пламени.

Для более точного определения местонахождения очага пожара роботизированными ЛС с ИК-датчиками поиска пламени авторами предлагается использовать метод триангуляции. Суть метода заключается в создании сети опорных точек и построении на основании этих точек треугольников, у которых определяются все углы и длины некоторых базовых сторон. Данный метод был использован при испытаниях РУП, проводимых Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом", АО "ПТС", ООО "ИЦПР"ЭФЭР" АО "Пожгидравлика" и Академией ГПС МЧС России на Калининской атомной электростанции (рис. 1).



Рис. 1. Испытания РУП производства ООО "ИЦПР"ЭФЭР" на Калининской атомной электростанции

Для испытаний были представлены 2 роботизированных пожарных лафетных ствола, установленные на станине высотой 1 м и оборудованные датчиками поиска пламени, которые работают на основе ИК-излучения пламени. При сканировании защищаемой зоны ось ствола с установленным на нём датчиком поиска пламени передвигалась по запрограммированной траектории и останавливалась в тот момент, когда чувствительный луч датчика

был направлен на пламя. После этого программный комплекс РУП должен определить расстояние между ЛС и очагом, затем позиционировать два ЛС таким образом, чтобы гарантировать точное попадание струи ОТВ в очаг с учётом баллистики. Проблема заключалась в том, что существующие на сегодняшний день датчики поиска пламени не определяют расстояние до очага, они только могут констатировать факт того, что в их секторе работы имеется ИК излучение от пламени. Для решения задачи точного определения расстояния до очага пожара рассмотрим более детально предлагаемый метод триангуляции (рис. 2).

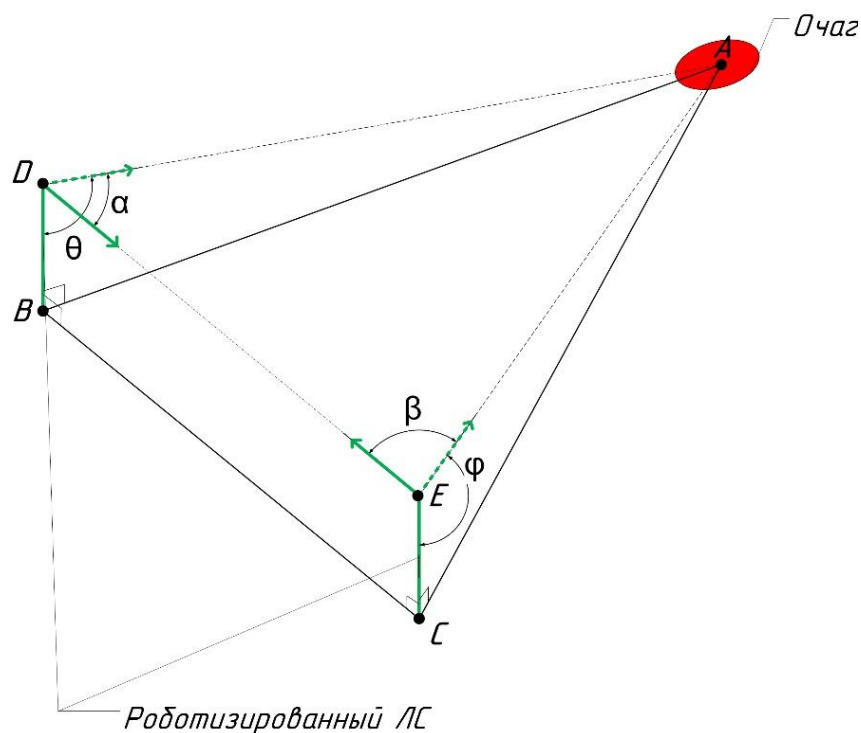


Рис. 2. Триангуляция при расстановке двух роботизированных ЛС и очага

Роботизированные ЛС РУП, находящиеся в режиме ожидания, установлены в условном начале координат. После начала поиска пламени двумя роботизированными ЛС, при обнаружении датчиками поиска пламени очага, они позиционируются, образуя углы α , β , θ и φ (рис. 2) между осью станины и осью насадка ЛС, также известна длина отрезка между осями соединительных фланцев ЛС ($DE = BC$), и длина отрезка BD и CE . Исходя из этого по теореме синусов, отношение сторон и углов в сформированном треугольнике ADE будет следующим:

$$\frac{AE}{\sin \alpha} = \frac{AD}{\sin \beta} = \frac{DE}{\sin (180^\circ - (\alpha + \beta))}. \quad (1)$$

Исходя из теоремы синусов можно определить длину отрезков AE и AD . Далее используя тригонометрические функции и теорему Пифагора можно определить длины остальных сторон и углы, в том числе и необходимые для работы РУП стороны AB и AC :

$$\sin \angle DAB = \frac{BD}{AD}; \quad (2)$$

$$\sin \angle EAC = \frac{CE}{AE}. \quad (3)$$

При этом необходимые для работы РУП, определяются по зависимости:

$$AB = \sqrt{AD^2 - BD^2}; \quad (4)$$

$$AC = \sqrt{AE^2 - CE^2}. \quad (5)$$

Компьютерная обработка исходных данных по предложенному алгоритму будет занимать доли секунды. Далее, используя значения длин отрезков AB , AC и установленные зависимости по траектории движения ОТВ в пространстве (рис. 3) возможно позиционировать ЛС для точной подачи ОТВ в очаг [2].

$$\begin{cases} H(t) = - \iint \frac{F_{CL}}{m} \cdot dt^2; \\ L(t) = - \iint \frac{(F_{CL} + F_T)}{m} \cdot dt^2, \end{cases} \quad (6)$$

где $H(t)$ – движение ОТВ по высоте подачи во времени, m ;

$L(t)$ – движение ОТВ по длине подачи во времени, m ;

F_{CL} – сила лобового сопротивления направлена против скорости движения тела по оси L , H ;

F_T – сила тяжести действующая на ОТВ, H ;

m – масса тела выходящего ОТВ за единицу времени, $кг$;

t – время, $с$.

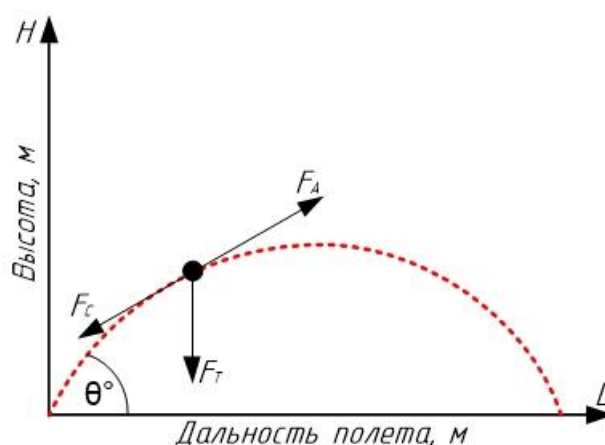


Рис. 3. Силы, действующие на струю ОТВ

Внедрения метода триангуляции в программный код управления РУП обеспечивает значительно повысить эффективность тушения пожара и снизить ущерб от излишне пролитых ОТВ.

С учётом того, что при испытаниях на Калининской атомной станции в качестве ОТВ выступала компрессионная пена, при подаче ОТВ не применялась установленная зависимость (6), так как она применима только для несжимаемых жидкостей. Для компрессионной пены были использованы эмпирически установленные расчётные точки траектории с учётом того, что в насосной установке, рукавной линии и при выходе из ЛС компрессионная пена имеет разные плотность, кратность и другие физические показатели.

Особенности образования, транспортировки и подачи такого огнетушащего вещества как компрессионная пена требуют дополнительных глубоких исследований.

Литература

1. Меженов В.А., Ольховский И.А., Захаров А.Е. Автономно-адаптивная система пожаротушения для объектов защиты северного морского пути // Матер. междунар. науч.-практ. конф. "Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика – регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в арктическом регионе". СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. С. 177-180.

2. Меженов В.А., Ольховский И.А., Лебедев А.Н., Щетнев К.П. Баллистика струй из универсальных насадков ствольной пожарной техники // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2021. № 3. С. 37-43. <https://doi.org/10.25257/FE.2021.3.37-43>

О.Н. Апанасюк, С.Л. Гаврилов, А.Е. Пименов

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С РАДИАЦИОННЫМ ФАКТОРОМ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлен анализ действующей системы радиационного мониторинга в Брянской области на основе комплексной системы мониторинга за состоянием защиты населения от угроз радиационного характера. Рассмотрены основные функции создаваемой автоматизированной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций с радиационным фактором на радиоактивно загрязнённых территориях Брянской области.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, радиационный контроль, радиационный мониторинг, оперативное управление, мобильный модуль.

O.N. Apanasyuk, S.L. Gavrilov, A.Y. Pimenov

EXPERIENCE IN DESIGNING AN AUTOMATED MONITORING SYSTEM FOR EMERGENCIES WITH A RADIATION FACTOR IN THE BRYANSK REGION

The analysis of the current radiation monitoring system in the Bryansk region on the basis of an integrated monitoring system for the state of protection of the population from radiation threats is presented. The main functions of the created automated system for monitoring emergency situations with a radiation factor in radioactively contaminated territories of the Bryansk region are considered.

Key words: emergency situation, radiation control, radiation monitoring, operational management, mobile module.

Современное развитие систем радиационного мониторинга [1] идёт в направлении повышения достоверности получаемых данных на основе применения как стационарных, так и мобильных постов радиационного контроля, совершенствования приборной базы и программного обеспечения, ориентированного, прежде всего, на поддержку принятия решений по защите населения и ликвидации последствий в случае крупных радиационных аварий.

Повышенную опасность для здоровья населения представляют пожары в радиоактивно загрязнённых лесах и торфяниках с высокими уровнями радиоактивного загрязнения. В Российской Федерации наибольшему радиоактивному загрязнению вследствие чернобыльской аварии подвергся лесной фонд Брянской области.

Для обеспечения функционирования автоматизированной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций (АСМЧС) с радиационным фактором на радиоактивно загрязнённых вследствие катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции территориях государств-участников Союзного государства разработан комплекс технических средств [2, 3], предназначенный для обеспечения оперативного проведения аварийно-спасательных

и других неотложных работ на сопредельных радиоактивно загрязнённых территориях (РЗТ) двух государств (Брянская область Российской Федерации, Гомельская и Могилевская области Республики Беларусь), а также на локализацию зон ЧС и прекращение действий, характерных для них опасных факторов.

В настоящее время функционирует комплексная система мониторинга за состоянием защиты населения от угроз радиационного характера (далее – КСМ-ЗН)² [4] Брянской области, которая содержит:

- информационно-измерительную систему контроля радиационной обстановки, состоящую из 30 стационарных постов контроля радиационной обстановки;

- центр сбора и обработки информации, поступающей со стационарных постов контроля;

- две передвижные радиометрические лаборатории (ПРЛ) на базе автомобиля фургон и легкового автомобиля повышенной проходимости.

ПРЛ оснащены дозиметрическими установками "Гамма-сенсор", гамма-спектрометрами МКС-АТ6101С "Атомтех", дозиметрами гамма-излучения ДКГ-02У "Арбитр" и ДКГ-07Д "Дрозд", расходомер-пробоотборниками радиоактивных газоаэрозольных смесей ПУ-5, дозиметрами-радиометрами ДКС-96.

Действующая система радиационного мониторинга [1] позволяет получать информацию со стационарных постов наблюдения, которая (в случае превышения установленных нормативов – уставок) требует принятия решений по уточнению складывающейся ситуации и реализации оперативных мер по ликвидации ЧС с радиационным фактором (лесные и торфяные пожары) на РЗТ.

Однако существующая КСМ-ЗН Брянской области не в полной мере решает вопросы радиационной безопасности региона, особенно, в случае возникновения лесных и торфяных пожаров на РЗТ, которые могут привести к неконтролируемому развитию ЧС с радиационным фактором. Поэтому в соответствии с проведёнными исследованиями [2] разработан технический проект АСМЧС.

Основной целью создания АСМЧС [2] является мониторинг радиационной обстановки в целях повышения оперативности реагирования и минимизации последствий ЧС с радиационным фактором (лесные и торфяные пожары), которые могут возникнуть на территориях, как уже подвергшихся высоким уровням долговременного радиационного загрязнения вследствие чернобыльской катастрофы, так и на территориях, которые потенциально могут быть подвержены радиоактивному загрязнению.

² Приказ МЧС России от 7 мая 2013 г. № 303 "О вводе в эксплуатацию подсистем комплексной системы мониторинга за состоянием защиты населения (КСМ-ЗН), в том числе на радиоактивно загрязнённых территориях". <http://docs.cntd.ru/document/499034029>

АСМЧС должна обеспечить решение следующих основных задач:

- контроль оперативной радиационной обстановки на приграничных РЗТ Брянской области;
- обеспечение устойчивого и оперативного управления силами и средствами в ходе выполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС с радиационным фактором (лесные и торфяные пожары);
- оценка и прогноз изменения радиационной ЧС с радиационным фактором;
- подготовка данных для принятия решений и планирования их реализации.

Функционально АСМЧС состоит из подсистем [2]:

- радиационного мониторинга и оперативного реагирования;
- оперативного управления и контроля;
- информационно-технического обеспечения управления работами по ликвидации ЧС;
- программного обеспечения поддержки принятия решений.

Подсистема радиационного мониторинга и оперативного реагирования включает в свой состав мобильные (наземные) модули контроля радиационной обстановки и мобильные надводные модули радиационной разведки. Мобильные модули предназначены для работы в составе оперативной группы ГУ МЧС России по Брянской области.

Мобильные (наземные) модули контроля радиационной обстановки (21 шт.) должны обеспечивать эффективную работу в полевых условиях на пересечённой местности с целью проведения оперативного мониторинга радиационной обстановки на РЗТ приграничных районов Брянской области.

Мобильные надводные модули радиационного контроля должны быть использованы для проведения мониторинга радиационной обстановки в лесах прибрежной полосы водных объектов.

Подсистема оперативного управления и контроля включает в свой состав мобильный модуль оперативного управления, мобильный пост радиационного контроля с модулем воздушной радиационной разведки и мобильный модуль оперативного реагирования и обеспечения мер по защите населения.

Мобильный (наземный) модуль оперативного управления (ММОУ) предназначен для работы оперативной группы ГУ МЧС России по Брянской области в полевых условиях с целью организации оперативного мониторинга радиационной обстановки на территории Брянской области, обеспечения устойчивого и оперативного управления силами и средствами в ходе выполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС с радиационным фактором (лесные и торфяные пожары).

Мобильный пост радиационного контроля с модулем воздушной радиационной разведки предназначен для проведения представителями ГУ МЧС России по Брянской области текущих мероприятий и задач в области радиационного мониторинга, обслуживания стационарных постов радиационного контроля и надзора за режимом в зонах радиоактивного загрязнения, а также проведения воздушной радиационной разведки.

Мобильный модуль оперативного реагирования и обеспечения мер по защите населения предназначен для доставки личного состава аэромобильной группы ГУ МЧС России по Брянской области с целью оперативного реагирования и обеспечения мер по защите населения.

Подсистема информационно-технического обеспечения управления работами по ликвидации ЧС включает в свой состав следующие элементы: модуль сбора и хранения результатов радиационного мониторинга; модуль оперативной визуализации результатов радиационного мониторинга; модуль обработки, защиты и передачи данных мониторинга.

Технические средства сбора и хранения данных радиационного мониторинга должны обеспечивать накопление данных и хранение архивов.

Модуль оперативной визуализации результатов радиационного мониторинга должен обеспечивать сбор, обработку, хранение, интеграцию и распределение мультимедийного видеопотока, генерируемого источниками информации от субъектов локального наблюдения. Должен обеспечивать одновременную передачу видео и звука между двумя и более пользователями с помощью аппаратно-программных средств.

Модуль обработки, защиты и передачи данных радиационного мониторинга должен обеспечивать передачу, обработку и защиту данных радиационного мониторинга на автоматизированных рабочих местах персонала в формате, обеспечивающем сопряжение и интеграцию с существующими национальными (России и Беларуси) системами радиационного мониторинга, с использованием аппаратных и программных средств защиты информации.

На стационарных постах радиационного контроля КСМ-ЗН, не имеющих средств сбора метеоданных, должны быть установлены автоматические метеостанции.

Подсистема программного обеспечения поддержки принятия решений содержит специальное программное обеспечение, которое должно удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечить интеграцию с многоуровневым сегментом АИУС РСЧС-2030³, в том числе взаимного использования модуля расчёта параметров лесного пожара и результатов его работы;

- обеспечивать сопряжение с используемыми в деятельности ГУ МЧС России по Брянской области информационными системами;

- предусматривать использование геоинформационных технологий представления фактической и прогнозной информации, характеризующей изменение радиационной обстановки в случае ЧС с радиационным фактором (лесные и торфяные пожары);

- обеспечивать автоматизацию сбора, хранения и анализа данных радиационного и метеорологического мониторинга со стационарных и подвижных средств измерений, данных космического мониторинга Земли, создание и ведение соответствующих баз данных (в ручном, автоматизированном и автоматических режимах);

- использовать результаты автоматизированной оценки обстановки в реализации конкретных мероприятий по ликвидации и (или) снижению ущерба окружающей среде и восстановлению нормального жизнеобеспечения населения, включая расчёты вероятных дозовых нагрузок на население и персонал аварийно-спасательных формирований.

Выводы

1. При проведении работ по созданию АСМЧС на базе ГУ МЧС по Брянской области необходимо применять современные средства обработки и отображения информации, которые позволят сводить поступающие объёмы графических и видеоданных в единый информационный блок отражения результатов радиационного мониторинга на базе мульти-мониторной видеостены, поддерживающей практические задачи отображения видео-конференц-связи и отражение результатов расчётных оперативных задач.

2. Для повышения точности и оперативности мониторинга радиационной обстановки, увеличение объёмов передаваемой информации для обработки программными средствами АСМЧС потребуются расширение соответствующей технической базы ГУ МЧС России по Брянской области и создание мобильных модулей радиационной разведки и оперативного реагирования, оснащённых современными средствами радиационного мониторинга, сбора, хранения и передачи данных мониторинга, в том числе и метеоданных.

³ Приказ МЧС России от 1 октября 2019 г. № 549 "О вводе в постоянную (промышленную) эксплуатацию и утверждении Положения о Многоуровневом сегменте АИУС РСЧС-2030 на федеральном, межрегиональном и региональном уровнях". <https://fireman.club/normative-documents/prikaz-mchs-rossii-549-ot-01-10-2019-o-vvode-v-ekspluatatsiyu/>

3. Для организации внедрения и эффективной эксплуатации АСМЧС необходимо обеспечить оперативную и надёжную связь с мобильными средствами радиационного мониторинга для точного определения координат (геопривязка) и масштабов ЧС, что будет использовано в качестве исходных данных для систем поддержки принятия решений, определения объёмов привлекаемых сил и средств для ликвидации ЧС.

4. Создание АСМЧС [2] обеспечит повышение манёвренности всей системы контроля и мониторинга радиационной обстановки, возможности точного определения местоположения и масштабов лесных (торфяных) пожаров, осуществление оперативной передачи данных радиационного мониторинга и сведений по оперативной оценке аварийной и экологической обстановки для оперативного оповещения об опасности.

5. Программные продукты и информационные системы для разрабатываемой АСМЧС должны интегрироваться в рамках АИУС РСЧС-2030 как перспективной автоматизированной информационной системы, предназначенной для сбора, комплексной обработки оперативной информации о ЧС и информационного обмена между различными подсистемами и звеньями Единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций – РСЧС [1], а также обеспечения передачи органами повседневного управления необходимых указаний силам и средствам ликвидации ЧС, в том числе и с радиационным фактором.

Литература

1. Антоний Е.В., Арутюнян Р.В., Бакин Р.И., Гаврилов С.Л., Краснопёров С.Н., Меркушов В.П., Осипьянц И.А. Территориальные системы аварийного реагирования и радиационного мониторинга // Труды ИБРАЭ РАН / Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. М.: Наука, 2007. Вып. 15: Развитие систем аварийного реагирования и радиационного мониторинга. 2014. С. 144-162.

2. Проектирование автоматизированной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций с радиационным фактором на радиоактивно загрязнённых вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС территориях государств-участников Союзного государства (АС КРО): отчёт о НИР (заключ.) / АНО ЦАБ ИБРАЭ РАН; рук. С.Л. Гаврилов; исполн.: А.В. Симонов и др. М., 2019, кн. 1-2, 380 с. № ГР АААА-Б20-220013090244-3.

3. Апанасюк О.Н., Антоновский И.Б. Технические средства мониторинга чрезвычайных ситуаций с радиационным фактором на сопредельных радиоактивно загрязнённых территориях России и Беларуси // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие". СПб.: ГНИИ "Нацразвитие", 2021. С. 47-49. DOI: 10.37539/AUG298.2021.34.94.014

4. Воронов С.И. Комплексная система мониторинга за состоянием защиты населения на радиоактивно загрязнённых территориях // Сборник докладов междунауч.-практ. конф. "Радиоэкологические последствия радиационных аварий: к 35-й годовщине аварии на ЧАЭС". Обнинск. 2021. С. 175-177.

В.И. Смирнов
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ
АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТА

Рассмотрен новый подход к организации зон контроля пожарной сигнализации в соответствии с требованиями принятого в 2020 г. свода правил СП484.1311500.2020, определяющего нормы и правила автоматизации систем противопожарной защиты.

Ключевые слова: пожарная сигнализация, система противопожарной защиты, извещатель пожарный.

V.I. Smirnov
NEW OPPORTUNITIES FOR ORGANIZATION
OF AUTOMATIC HEAT SIGNALING OBJECT

A new approach to the organization of fire alarm control zones in accordance with the requirements of the Code of Rules SP484.1311500.2020 adopted in 2020, which defines the norms and rules for the automation of fire protection systems, is considered.

Key words: fire alarm, fire protection system, fire detector.

Проектирование эффективной системы противопожарной защиты является сложной задачей. В общем случае система пожарной автоматики включает комплекс взаимосвязанных установок и технических средств, обеспечивающих защиту объекта и находящихся на нём людей от угрозы пожара. Поэтому важным является своевременное обнаружение возникновения данной угрозы, обеспечиваемое пожарной сигнализацией.

Формирование системы пожарной сигнализации осуществляется на основе нормативных документов, основным из которых является Свод правил. Недавно принятый СП484.1311500.2020 [1] определяет нормы и правила проектирования пожарной сигнализации в составе системы противопожарной защиты.

В основе проектирования положено требование разделение объекта на зоны контроля пожарной сигнализации (ЗКПС) и зоны защиты, в которых формируются зоны активного противодействия пожару – пожаротушения, оповещения и т.п.

Выделение ЗКПС должно учитывать конструктивные особенности защищаемого объекта, наиболее вероятные места возникновения пожара, а также опасность его воздействия на находящихся на нём людей. Необходимо также учитывать необходимость надёжного формирования АПС при обнаружении пожара сигналов управления пожарной автоматикой, инженерным и технологическим оборудованием.

Учитывая это, в [1] в отдельные ЗКПС выделяют помещения (квартиры, гостиничные номера и иные), различных форм собственности, а также отдельные пространства, которые соединяют два или более этажей и эвакуационные коридоры. К ЗКПС относят также пространства за фальшпотолками и под фальшполами помещений.

В [1] определены конкретные условия, которым должны одновременно удовлетворять ЗКПС.

Отдельно следует выделить следующее требование: "Единичная неисправность в линии связи ЗКПС не должна приводить к одновременной потере автоматических и ручных ИП, а также к нарушению работоспособности других ЗКПС". Реализация данного требования позволит существенно повысить функциональную надёжность АПС [2]. Особенно актуально это в условиях современной сложной криминогенной обстановки [3]. Оно может быть выполнено, например, при использовании кольцевой структуры шлейфа автоматической пожарной сигнализации.

Важным нововведением в [1] является определение формы зоны контроля ИП в виде круга. Очевидно, что для точечного ИП радиус круга определяется эффективным обнаружением очага пожара и задаётся для конкретных вариантов размещения ИП в нормативных документах. Данное представление зоны контроля извещателя позволяет определить расстановку пожарных извещателей в помещении произвольной формы: круглой, овальной, трапециевидальной (рис. 1) [3, 4], причём как с одинарным, так и с двойным контролем каждой точки площади помещения.

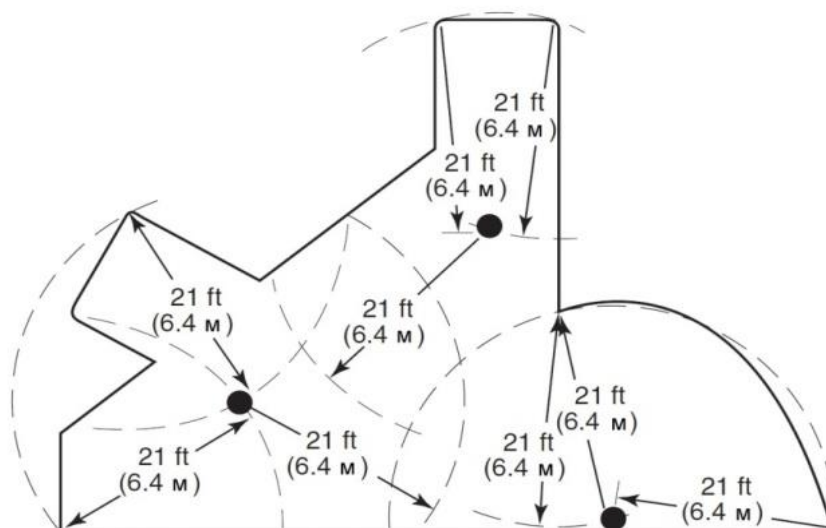


Рис. 1. Расстановка дымовых автоматических пожарных извещателей в помещении произвольной формы и высотой до 3,5 м [5]

В п. 6.6.5 [1] определено:

- для точечных ИП зона контроля представляет собой круг;
- для аспирационных ИП зоной контроля является совокупность зон контроля воздухозаборных отверстий, которые аналогичны дымовым точечным ИП;

- для линейных ИП зона контроля представляет собой протяжённый участок шириной, равной двум радиусам согласно табл. 1 (в зависимости от высоты помещения) для тепловых линейных ИП и 9 м – для дымовых линейных ИП;

- для линейных многоточечных тепловых ИП зона контроля представляет совокупность зон контроля чувствительных элементов, которые аналогичны тепловым точечным ИП.

Для точечных тепловых и дымовых извещателей в табл. 1, 2 [1] указаны радиусы зон контроля для помещений различной высоты.

Расстановка точечных тепловых и дымовых ИП может производиться как по квадратной, так и по треугольной решётке. Однако наименьшее количество извещателей для защиты помещения требуется при их расстановке по треугольной решётке. В этом случае защищаемая ИП площадь будет иметь форму шестигранника.

Таким образом, принятые в новых нормативных документах требования расширяют возможности проектирования АПС для объектов различного назначения сложной конфигурации. При этом одновременно обеспечивается повышение надёжности функционирования АПС в составе системы противопожарной защиты.

Литература

1. СП484.1311500.2020 "Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования". М: МЧС России. 2020.

2. Членов А.Н., Демехин Ф.И. Метод оценки влияния качества пожарной сигнализации на эффективность автоматизированной системы противопожарной защиты промышленного предприятия // Технологии техносферной безопасности. 2008. Вып. 5 (21). 4 с. <https://academygps.ru/ttb>

3. Членов А.Н., Рябцев Н.А., Федин А.Н. Анализ способов нейтрализации тревожной сигнализации систем охраны категорированных объектов // Технологии техносферной безопасности. 2017. Вып. 3 (73). С. 271-279. <https://academygps.ru/ttb>

4. NFPA 72. National Fire Alarm and Signaling Code.

5. Неплохов И.Г. Расстановка пожарных извещателей: теория и практика // Алгоритм безопасности. № 5. 2006. С. 36-39.

Т.А. Буцынская

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА

Рассмотрены основные результаты работы специалистов Академии Государственной противопожарной службы МЧС России по исследованию методов и средств применения в России видеонаблюдения в системах комплексной безопасности для обнаружения пожара.

Ключевые слова: видеонаблюдение, видеодетектор пожара, пожарная сигнализация.

T.A. Butsynskaya

SCIENTIFIC AND PRACTICAL BASIS FOR THE USE OF VIDEO SURVEILLANCE FOR FIRE DETECTION

The main results of the work of specialists from the Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia on the study of methods and means of using video surveillance in Russia in integrated security systems for fire detection are considered.

Key words: video surveillance, video fire detector, fire alarm.

Одним из основных резервов решения проблемы противопожарной защиты промышленных объектов является интеграция систем пожарной автоматики с системами видеонаблюдения (ВН). Современные технологии, применяемые для обработки сигналов в цифровых системах видеонаблюдения, позволяют создавать новые технические средства обнаружения пожара, которые в ряде случаев оказываются существенно эффективнее традиционных.

В настоящее время наметились пути использования видеотехнологий в автоматизированных системах противопожарной защиты промышленных предприятий как в целях профилактики и предупреждения, обнаружения, так и тушения пожара. Фактом признания значительной роли ВН в обеспечении пожарной безопасности является мировое и отечественное нормирование основных требований к видеодетекторам для автоматических систем пожарной сигнализации. В июне 2020 г. вступили в силу соответствующие изменения № 3 национального стандарта ГОСТ Р 53325-2012 "Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний", которые относятся к пожарным извещателям с видеоканалом обнаружения.

В результате длительной целенаправленной работы в Академии ГПС МЧС России подготовлена и опубликована монография [1], целью которой является систематизация знаний в области пожарной автоматики, использующей видеонаблюдение для обнаружения пожара. Работа выполнена в соответствии с научным направлением Академии ГПС МЧС России и кафедры пожарной автоматики, связанным с совершенствованием систем противопожарной защиты на промышленных объектах.

Материалы, вошедшие в монографию и включённые в список использованных источников, отражены в 33 книгах, патентах, статьях и докладах авторов [2-4]. Вместе с тем, учитывая быстрый прогресс в этой области, работу следует рассматривать как первый этап, составляющий основу перспективного направления исследований и разработок.

Основные результаты, полученные в результате исследований и разработок, сводятся к следующему:

1. По материалам технической литературы и публикациям авторов рассмотрены общие вопросы, связанные с оценкой пожарной опасности средствами ВН, входящих в состав систем комплексной безопасности промышленных объектов.

Показано, что система видеонаблюдения является одним из основных звеньев инженерной системы безопасности, она поднимает систему комплексной безопасности объекта на качественно более высокий уровень.

2. Рассмотрены структура и состав системы ВН, определены технические характеристики её основных компонент, оказывающих существенное влияние на обнаружение пожара.

3. Проведён анализ состояния и динамики рынка средств и систем ВН. Определено, что главными причинами его бурного развития являются потребность в безопасности, а также успехи в развитии микроэлектроники и внедрение видеоаналитики. Представлены некоторые актуальные технические средства ВН.

4. Проведённый анализ современных методов и алгоритмов обнаружения пожара средствами видеонаблюдения позволил выявить основные направления их разработки и применения в системах пожарной сигнализации:

- специализированные разработки, для обнаружения отдельных факторов пожара (дыма, плени);
- универсальные методы обнаружения комплекса факторов, сопровождающих пожар;
- совместное использование пожарного видеодетектора и других устройств обнаружения пожара (пожарных извещателей, тепловизора);
- использование видеотехнологий в системах объектовой и централизованной охранно-пожарной сигнализации (с передачей фото и видео изображения в центр сбора и обработки данных).

5. Разработана методика оценки эффективности применения видеонаблюдения в системах противопожарной защиты. Результаты оценки могут быть использованы при проектировании системы противопожарной защиты для обоснования параметров применяемых технических средств (систем) пожарной сигнализации и мер пожарной профилактики.

6. Проведён анализ ряда технических решений по интеграции ВН в автоматизированную систему управления противопожарной защитой промышленного объекта. На примере научно-технических разработок учёных и специалистов кафедры пожарной автоматик Академии ГПС МЧС России показаны место и роль ВН в обеспечении пожарной безопасности промышленных объектов топливно-энергетического комплекса, объекта нефтепереработки и, в частности, технологической установки по первичной переработки нефти

7. На примере комбинированной установки №4 (КУ-4) нефтеперерабатывающего завода мощностью 12 млн тонн в год на территории ООО "РН-Туапсинский НПЗ" рассмотрены основные задачи и структура системы ВН

Показано, что применение этой системы не ограничивается только обнаружением признаков пожара: дым, пламя. Ценность СВ состоит в том, что она позволяет получить визуальную картину состояния объекта защиты, обладающую такой высокой информативностью, какую не могут дать никакие другие технические средства безопасности. Поэтому в задачи ВН входят визуальное наблюдение за территорией и открытыми технологическими установками КУ-4, обнаружение пожароопасных аварийных ситуаций (утечек, разрушения оборудования и т.п.), а также регистрация событий.

8. Рассмотрены возможности применения автоматического управления тушением пожара на основе средств ВН для широкого класса объектов различного назначения.

Наличие мощного вычислительного процессора в устройстве ВН позволяет, помимо обнаружения источников огня, дыма, движения и т.д., реализовать функции обнаружения пространственных координат источников появления данных факторов и формировать сигналы управления в систему пожаротушения

9. Проведён анализ методов повышения эффективности формируемой системы ВН для работы в условиях воздействия мешающих факторов [5], а именно:

- климатических условий окружающей среды (плохой освещённости, тумана);
- криминальных воздействий на видеокамеры;
- электрических и электромагнитных помех.

Сформированы предложения по снижению воздействия этих факторов на работу средств ВН и рассмотрены вспомогательные технические средства защиты

Таким образом, в результате выполнения исследований собран и проанализирован обширный информационный материал по современному состоянию, перспективам развития и применению ВН в системах комплексной безопасности для обнаружения пожара.

Литература

1. Членов А.Н., Буцынская Т.А. Основы применения видеонаблюдения для обнаружения пожара: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. 155 с.
2. Членов А.Н., Демёхин Ф.В., Буцынская Т.А., Дровникова И.Г. Новые направления применения видеотехнологий в системах безопасности // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2009. № 3. С. 88-93.
3. Членов А.Н., Демехин Ф.И. Метод оценки влияния качества пожарной сигнализации на эффективность автоматизированной системы противопожарной защиты // Технологии техносферной безопасности. 2008. Вып. 5 (21).
4. Членов А.Н., Климов А.В. Модель управления безопасностью объектов кредитно-финансовой системой // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2015. № 2. С. 71-76.
5. Членов А.Н., Рябцев Н.А., Федин А.Н. Анализ способов нейтрализации тревожной сигнализации систем охраны категорированных объектов // Технологии техносферной безопасности. 2017. Вып. 3 (73). С. 271-279.

Т.А. Буцынская

ИТОГИ РАБОТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СЕМИНАРА "ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ"

Представлен обзор деятельности открытого научно-технического семинара, организованного кафедрой пожарной автоматики и явившегося основой для формирования секции "Проблемы автоматизации систем безопасности" конференции "Системы безопасности" Академии ГПС МЧС России.

Ключевые слова: пожарная безопасность, семинар, автоматизация систем безопасности.

T.A. Butsynskaya

RESULTS OF WORK OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL SEMINAR "ELECTRONIC SAFETY SYSTEMS"

An overview of the activities of an open scientific and technical seminar organized by the Department of Fire Automation and which was the basis for the formation of the section "Problems of Automation of Security Systems" of the conference "Safety Systems" of the Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia is presented.

Key words: fire safety, seminar, automation of security systems.

В юбилейный 30-й год проведения ежегодной международной научно-технической конференции "Системы безопасности" в Академии Государственной противопожарной службы МЧС России (Академии ГПС) представляет интерес история создания в 2012 году отдельной секции этой конференции "Проблемы автоматизации систем безопасности". Образование такой секции явилось результатом развития деятельности подразделений Академии в рамках научного направления "Автоматизированные системы и средства предотвращения пожаров и чрезвычайных ситуаций", основанного профессором Топольским Николаем Григорьевичем.

Учитывая рост творческой активности и сотрудничества специалистов профильных фирм и учебных заведений, работающих в сфере безопасности по инициативе кафедры "Пожарная автоматика" и учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий (УНК АСИТ) в Академии ГПС в 2007 г. был организован постоянно действующий открытый семинар по актуальным проблемам пожарной и противокриминальной безопасности.

Кроме Академии ГПС учредителями семинара стали: НП Гильдия "Безопасность", НОУ Экспертно-учебный центр "Охрана", НОУ Институт электронных систем безопасности, кафедра радиоприёмных устройств Института радиоэлектроники Московского энергетического института (технического университета) МО России.

В рамках семинара проходило обсуждение следующих основных тем:

- разработка и применение технических средств для систем безопасности;
- проектирование систем производственной и пожарной автоматики;
- проектирование систем противокриминальной защиты;
- комплексные системы безопасности;
- монтаж и эксплуатация систем охраны и пожарной безопасности;
- менеджмент в области безопасности;
- совершенствование подготовки специалистов в области безопасности.

По темам семинара проводились выступления ведущих и молодых учёных, специалистов организаций-учредителей и других организаций, работающих в сфере обеспечения безопасности. Лучшие работы, рассмотренные на семинаре, рекомендовались к опубликованию в официально зарегистрированном электронном научном издании – интернет-журнале "Технологии техносферной безопасности", посвящённом теоретическим, техническим и практическим аспектам обеспечения техносферной безопасности (<http://academygps.ru/ttb>) и других изданиях, например [1-5].

Информация о семинарах с фамилиями выступавших, об организациях-участниках семинара, а также тезисы лучших докладов размещались на сайте Академии ГПС. В качестве приложения размещались также наиболее интересные публикации участников по теме семинара. Для желающих принять участие в семинаре сообщались контактные телефоны и адрес электронной почты. В информационных сообщениях сообщалась готовность рассмотреть предложения по вопросам выступлений и тематике семинара. Организация и участие в семинаре проводились бесплатно.

Семинар проводился в разное время в Московском энергетическом институте (МЭИ) (в ауд. 3, д 13, стр. 1, Е-704, ул. Красноказарменная), а также на кафедре пожарной автоматики в Академии ГПС. 29 марта 2009 г. было организовано проведение семинара в г. Санкт-Петербурге (рис. 1).

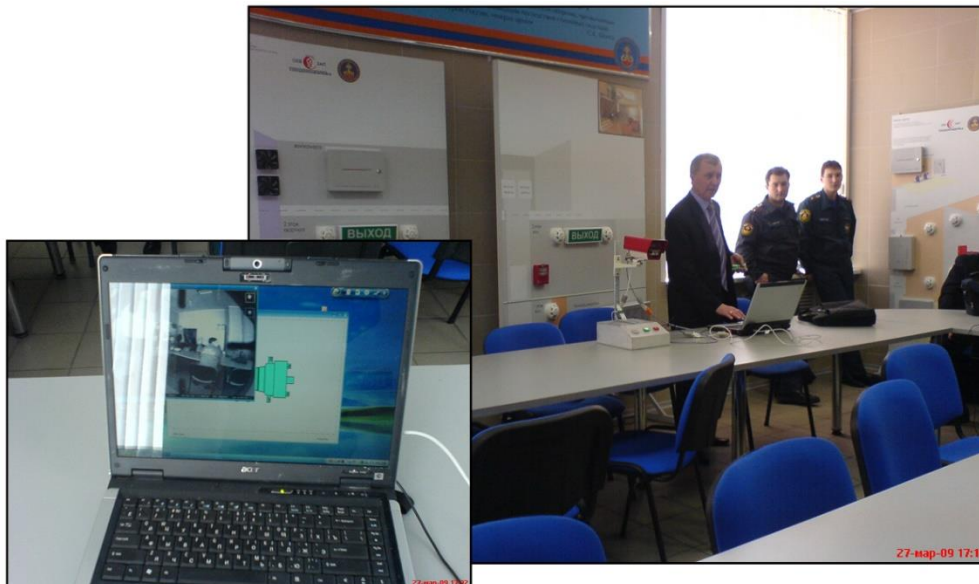


Рис. 1. Демонстрация возможностей извещателя ИП 329/330 на семинаре в г. Санкт-Петербурге 29 марта 2009 г.

В работе семинара принимали участие кроме специалистов организаций-учредителей представители: Воронежского института МВД России, Московского государственного машиностроительного университета, Московского государственного строительного университета, Санкт-Петербургского университета пожарной безопасности МЧС России, ВНИИПО МЧС России; экспертного центра ООО ПБС, ООО "Пожинжиниринг", технического комитета по стандартизации ТК 439 "Средства автоматизации и системы управления", НП гильдии "Безопасность" и других организаций и частных компаний.

Семинар явился одним из важных этапов развития научной деятельности в Академии ГПС. Подтверждением этого может быть диаграмма на рис. 2, показывающая динамику подготовки диссертационных работ на кафедре пожарной автоматики в период работы семинара. Всего было подготовлено 14 диссертаций, в том числе 2 докторских.

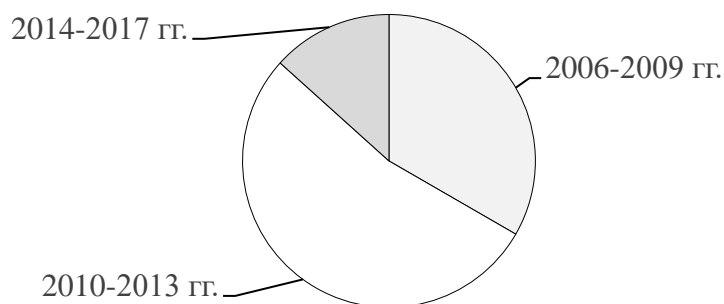


Рис. 2. Количество диссертаций, подготовленных на кафедре пожарной автоматики

Начиная с ноября 2012 г. семинар проводился совместно с заседанием секции "Проблемы автоматизации систем безопасности" международной научно-технической конференции "Системы безопасности" (рис. 3), ежегодно проводимой в Академии ГПС. В 2017 г. учредителями было принято решение, учитывая расширение направлений тематики данной секции не выделять тематику семинара в рамках её работы.



Рис. 3. Кандидат технических наук доцент кафедры техносферной безопасности и природоохраны Московского государственного машиностроительного университета Андрей Александрович Антоненко на семинаре 29 ноября 2012 г. докладывает об экологически ориентированном проектировании комплексных систем безопасности

Таким образом, работа семинара продолжалась в течение 10 лет. За это время было проведено 16 семинаров. Полную информацию о результатах работы семинара можно получить на сайте <http://academygps.usoz.ru/esb> в разделе "Конференции по системам безопасности. Семинар ЭСБ".

Подводя итоги, можно утверждать, что семинар подготовил научную и организационную основу для формирования отдельной секции "Проблемы автоматизации систем безопасности", занявшей достойное место в работе международной конференции "Системы безопасности".

Литература

1. Членов А.Н., Демехин Ф.В. Метод оценки влияния качества пожарной сигнализации на эффективность автоматизированной системы противопожарной защиты промышленного предприятия // Технологии техносферной безопасности. 2008. Вып. 5 (21).
2. Членов А.Н., Шакирова А.Ф., Орлов П.А. Совершенствование средств оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2009. № 3. С. 65-72.
3. Антоненко А.А., Буцынская Т.А., Членов А.Н. Нормативное обеспечение систем комплексной безопасности объектов // Технологии техносферной безопасности. 2010. Вып. 2 (30).
4. Членов А.Н., Буцынская Т.А., Журавлев С.Ю., Николаев В.А. Об эффективности функционирования мультикритериального пожарного извещателя // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25. № 12. С. 55-60.
5. Членов А.Н., Климов А.В. Модель управления безопасностью объектов кредитно-финансовой системы // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2015. № 2. С. 71-76.

О.С. Калиев

АНАЛИЗ ПОЖАРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ С ОБРАЩЕНИЕМ ГОРЮЧЕЙ ПЫЛИ

Проведён анализ статистических данных пожаров, связанных с выделением горючей пыли. Рассмотрены произошедшие за рубежом крупные пожары, связанные с выделением горючей пыли. Для снижения пожароопасности объектов, на которых обращаются горючие пыли, предложено совершенствование автоматизации систем аспирации.

Ключевые слова: пылеулавливание, пыль, горючая пыль, взрывопожаробезопасность, производственные объекты.

O.S. Kaliyev

ANALYSIS OF FIRES AT INDUSTRIAL FACILITIES WITH THE HANDLING OF COMBUSTIBLE DUST

The analysis of statistical data of fires associated with the release of combustible dust is carried out. Considered are large fires that have occurred abroad, associated with the release of combustible dust. To reduce the fire hazard of objects where combustible dust is circulated, it is proposed to improve the automation of aspiration systems.

Key words: dust collector, dust, combustible dust, explosion and fire safety, production units.

В соответствии со статистикой МЧС России за 12 месяцев 2020 года в Российской Федерации зарегистрировано 439100 пожаров [1], из них более 570 произошли на производственных объектах. На этих пожарах было травмировано более 8,4 тыс человек. Из-за неисправности производственного оборудования или нарушения технологического процесса производства произошло 76 пожаров. Остальные пожары на производственных объектах произошли по другим причинам: неосторожное обращение с огнём, аварийный режим работы электрического оборудования, нарушения правил пожарной безопасности при сварочных работах и пр.

Целью исследования является обеспечение пожарной безопасности на производственных объектах путём совершенствования мониторинга систем аспирации технологических операций, связанных с обращением горючей пыли.

Как известно, одними из опасных производственных процессов являются процессы, связанные с видами работ, при которых происходит выделение горючей пыли.

Борьба с производственной горючей пылью представляет одну из важнейших задач пожарной безопасности. Пыль является наиболее распространённым вредным фактором производственной среды в горнодобывающей промышленности (добыча угля, металлических руд и др.), в производстве строительных материалов (огнеупорные изделия, кирпич, цемент), фарфора-фаянсовый, мукомольной промышленности, чугуна-медно-стале-литейных и других цехах металлургической и машиностроительной промышленности, в подготовительных и прядильных цехах текстильной промышленности, сельском хозяйстве и многих других отраслях народного хозяйства.

За последние несколько лет произошло немалое количество взрывов и пожаров, связанных с выделением в процессе производства горючей пыли.

Эта проблема является актуальной не только на территории Российской Федерации, но и во всём мире.

1 апреля 2018 г. в г. Тревильо (Италия) произошёл взрыв сушильной машины пищевых продуктов в компании по производству кормов для домашних животных [2]. Очевидцы сообщили о запахе гари. Трое рабочих отправились на разведку, полагая, что в одной из сушилок горит мука. Двое из них забрались на металлический постамент возле сушилки. Внезапно сушилка взорвалась, убив их. Пожарным, прибывшим на место взрыва, потребовалось более двух часов, чтобы ликвидировать аварию. Имеется мало информации о типе и степени полученных работниками травм, известно, что в результате этой аварии пострадало четверо человек. Во многих подобных случаях смертельные травмы происходят из-за того, что работников выбрасывает во время взрыва. Однако возможно и прямое воздействие волны давления, что приводит к разрыву сосудов головного мозга.

11 марта 2020 г. в г. Роуз Хилл (США, штат Северная Каролина) произошёл взрыв в горячем цеху завода по переработке пищевых отходов и производству кормовых продуктов для животных [3]. Во время взрыва на объекте находились подрядчики, которые выполняли сварочные работы.

Взрыв произошёл в зоне готовой продукции завода, которая представителями компании была охарактеризована как "пылевая зона". В результате пять рабочих получили ранения, они были доставлены в региональный ожоговый центр, некоторые из них получили ожоги третьей степени.

4 апреля 2020 г. в г. Плам (штат Пенсильвания, США) на металлургическом сталелитейном заводе произошёл взрыв горючей металлической пыли, а затем пожар [4]. По данным Добровольной пожарной службы "Юнити", на предприятии происходили работы с комбинациями титана и кальциевого порошка. Во время взрыва внутри объекта находилось около 12 человек, они были эвакуированы. Тушение пожара продолжалось около 45 мин. В больницу были доставлены три работника с ингаляционными травмами, не представляющими угрозы для жизни.

Таким образом, высокая концентрация горючей пыли в выбрасываемом воздухе может привести к катастрофическим последствиям. Технический прогресс и сопутствующий ему рост промышленности сопровождаются увеличением количества технологических процессов, связанных с выделением пыли. Поэтому в последние годы вопросам пылеулавливания уделяется повышенное внимание.

Для технологических операций требования пожарной безопасности совпадают с нормами охраны труда и экологии, поэтому совершенствование мероприятий и технических устройств направлены на комплексное решение этих задач.

Согласно ст. 48 Федерального закона "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ, одной из целей системы обеспечения пожарной безопасности является исключение условий возникновения пожаров. Исключение условий возникновения пожаров достигается исключением условий образования горючей среды и (или) исключением условий образования в горючей среде (или внесении в неё) источников зажигания.

На производствах, связанных с обращением горючих пылей, горючей средой может выступать взрывопожароопасная пыль. Поэтому снижение её содержания является прямым исполнением требования Федерального закона.

Одним из методов снижения концентрации горючей среды является организация и совершенствование автоматизации систем аспирации, поэтому рассматриваемые в работе проблемы актуальны с точки зрения пожарной безопасности [5]. Основной задачей для решения этой проблемы является обеспечение пожарной безопасности на производственных объектах путём усовершенствования мониторинга систем аспирации технологических операций, связанных с обращением горючей пыли.

Литература

1. МЧС: количество пожаров в 2020 году снизилось почти на 7%. <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4359846>
2. Grain Dryer Explosion at Italian Pet Food Manufacturer Kills Two Men. <https://dustsafetyscience.com/grain-dryer-explosion-treviglio-italy>
3. Five injured in Duplin County plant explosion. <https://www.witn.com/content/news/Multiple-helicopters-called-to-Duplin-County-plant-explosion-568701251.html>
4. Explosion and Fire at Steel Manufacturer Leaves Three Injured. <https://dustsafetyscience.com/dust-explosion-plum-borough-pennsylvania/>
5. Романюк Е.В. Интегрированная система управления безаварийной работой пылевыделяющих производств // Технологии техносферной безопасности. 2020. Вып. 2 (88). С. 87-98. <https://doi.org/10.25257/TTS.2020.2.88.87-98>

К.М. Чудотворова, Н.М. Волков

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ СКВОЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Данное исследование направлено на формирование принципов сквозного проектирования для локального управления системы пенного пожаротушения. Для решения задач исследования использованы методы построения графов, задание графов алгоритмом работы автоматизированной интегрированной системы противопожарной защиты. Данная система является новым подходом к решению вопроса безопасности промышленных объектов нефтеперерабатывающей отрасли.

Ключевые слова: автомат Мили, цифровой автомат, вершина графа, минимизация логической функции.

K.M. Chudotvorova, N.M. Volkov

DEVELOPMENT OF END-TO-END DESIGN PRINCIPLES FOR LOCAL CONTROL OF AN AUTOMATED FIRE PROTECTION SYSTEM

This study is aimed at the formation of end-to-end design principles for the local control of foam firefighting system. To solve the problems of the study methods of graph building, graph setting algorithm of automated integrated system of fire protection were used. This system is a new approach to solving the issue of safety of industrial facilities of oil refining industry.

Key words: Mile machine, digital machine, graph vertex, minimization of a logical function.

Научная новизна предлагаемого подхода заложена в оригинальных принципах, определяющих методологию логического управления автоматизированной системой противопожарной защиты (АСППЗ) с применением автоматных моделей. Систематическое изложение этих принципов предлагается впервые.

Разработка системы локального управления является составной частью более широкого процесса создания автоматизированной системы противопожарной защиты. Сквозное проектирование необходимо начать с формирования и объяснения новых принципов. В свою очередь, разработка новых принципов начинается с определения принципа опережения.

Принцип опережения заключается в том, что разработка системы управления должна начинаться с формализации и анализа результатов выполнения предшествующей фазы разработки (рис. 1).

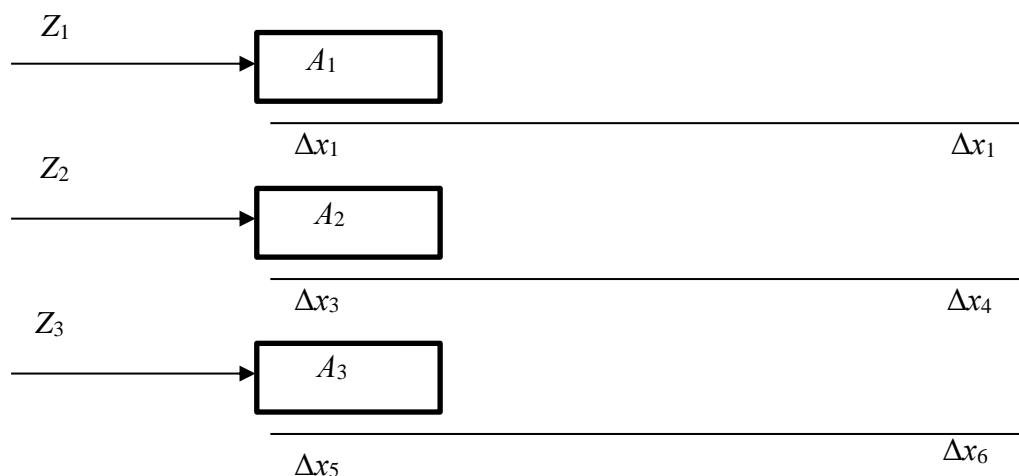


Рис. 1. Фрагмент объекта управления автоматизированной системой противопожарной защиты

При разработке проектов автоматизирования противопожарной защиты (ППЗ) этапу создания автоматической системы управления (АСУ) ППЗ предшествует этап разработки технологии и формирования технологического задания, следовательно, проект АСУ ППЗ должен начинаться с формализации технологического описания объекта и его требуемого поведения [1].

При этом достигаются следующие преимущества: во-первых, формализуется реальный результат проекта – технологические схемы, описание конструкций, описание требуемого поведения и т.д.; во-вторых, в описании требуемого поведения объекта нет уточнений, а, следовательно, доопределений, зависящих от выбранного способа управления [2].

Принцип опережения заключается в том, что разработка системы управления должна начинаться с формализации и анализа результатов выполнения предшествующей фазы разработки.

Поясним вышеизложенное простым примером. Пусть фрагмент объекта управления содержит три одинаково устроенных агрегата (A): A_1, A_2, A_3 (рис. 2). Каждый агрегат может выполнять две операции (V).

Агрегат A_1 : Операция V_1 – перемещение от x_1 до x_2 ; операция V_2 – перемещение от x_2 до x_1 .

Агрегат A_2 : Операция V_3 – перемещение от x_3 к x_4 ; операция V_4 – перемещение от x_4 к x_3 .

Агрегат A_3 : Операция V_5 – перемещение от x_5 к x_6 ; операция V_6 – перемещение от x_6 к x_5 .

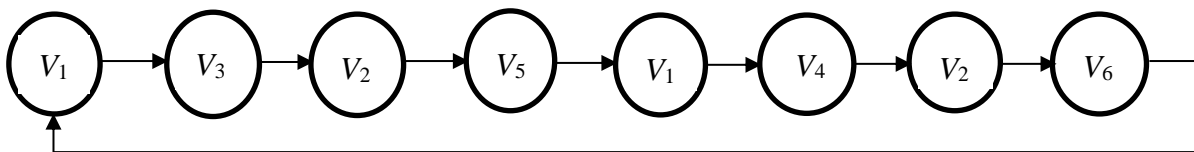


Рис. 2. Состояние в языках описания логических алгоритмов

Для простоты пусть каждый агрегат управляется одним элементом управления (Z) $A_1 - Z_1, A_2 - Z_2, A_3 - Z_3$, представляемым значением булевой переменной: $Z_1 = 1$ – выполняется 1-я операция, $Z_2 = 0$ – выполняется 2-я операция. Кроме того, если агрегат достиг крайнего положения, то, пока не изменится команда, он остаётся в этом крайнем положении.

Пусть по технологии агрегаты должны циклически выполнять следующую последовательность операций:

$V_1, V_3, V_2, V_5, V_1, V_4, V_2, V_6, V_1, V_3$ и т.д.

С точки зрения технолога задание на управление уже сформулировано – описана конструкция (рис. 2 и табл. 1), задано требуемое поведение – технологический алгоритм в виде последовательности операций. Задача управленца: по заданной технологии сформулировать условия управления (включение /отключение) приводов. Как правило, это творческий процесс, отражающий опыт, вкус, индивидуальность проектанта.

Таблица 1

Технологический алгоритм в виде последовательности операций

Имя агрегата	Операции	Воздействие	Реакции
A_1	V_1	$Z_1 = 1$	$\overline{X_1}, X_2$
A_1	V_2	$Z_1 = 0$	$\overline{X_2}, X_4$
A_2	V_3	$Z_2 = 1$	$\overline{X_3}, X_4$
A_2	V_4	$Z_2 = 0$	$\overline{X_4}, X_3$
A_3	V_5	$Z_3 = 1$	$\overline{X_5}, X_6$
A_3	V_6	$Z_3 = 0$	$\overline{X_6}, X_5$

Рассмотрим два возможных варианта:

Вариант 1. При анализе условий включения приводов просматривается счётный характер управления приводов Z_2 и Z_3 . Условием следуя этому свойству, можно сформулировать следующим образом:

- привод агрегата $A_2 - Z_2$ переключается в 1 на нечётных переходах датчика x_2 , на четных $- Z_2$ переходит в 0;
- привод агрегата $A_3 - Z_3$ переключается в зависимости от x_1 , причём на чётных переключениях Z_3 становится 1, а на нечётных $Z_3 = 0$;
- привод агрегата $A_1 - Z_1$ переключается по более сложным условиям и зависит от четырёх переменных x_3, x_4, x_5, x_6 .

Вариант 2. Проектант имеет склонность к сложным логическим построениям, в этом случае условия включения-отключения могут быть сформулированы следующим образом:

- привод агрегата $A_1 - Z_2$ включается переключателем x_5 , пока не включён x_4 , или переключателем x_6 , пока не включён x_3 ;
- привод $A_2 - Z_2$ включается переключателем x_2 при не включённом x_6 и остаётся включённым при отключённом x_2 , если не включён x_4 ;
- привод $A_3 - Z_3$ включается переключателем x_2 , если x_3 выключен, и сохраняет значение 1 при выключенном x_1 , если x_5 не включён, и выключается, если x_1 становится равным 1.

Сформулированные условия описывают комбинационный автомат M_4 :

$$M_4 \begin{cases} Z_1 = \bar{x}_3 x_6 \vee \bar{x}_4 x_5; \\ Z_2 = \bar{x}_2 x_4 \vee \bar{x}_2 x_6; \\ Z_3 = \bar{x}_1 x_5 \vee \bar{x}_1 x_3. \end{cases}$$

По приведённым вариантам записи исходных данных для проектирования управления следует заметить:

Замечание 1. Автоматы M_1, M_2, M_3 никакими формальными преобразованиями без дополнительной информации не сводятся к автомату M_4

$$M_1 \begin{cases} Z_1 = \bar{x}_2 x_4 \vee \bar{x}_3 x_4; \\ Z_2 = \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_5 x_6; \\ Z_3 = \bar{x}_6 x_5 \vee \bar{x}_4 x_3. \end{cases}$$

$$M_2 \begin{cases} Z_1 = \bar{x}_1 x_6 \vee \bar{x}_1 x_5; \\ Z_2 = \bar{x}_2 x_4 \vee \bar{x}_5 x_6; \\ Z_3 = \bar{x}_1 x_5 \vee \bar{x}_3 x_4. \end{cases}$$

$$M_3 \begin{cases} Z_1 = \bar{x}_6 x_5 \vee \bar{x}_2 x_4; \\ Z_2 = \bar{x}_4 x_3 \vee \bar{x}_5 x_6; \\ Z_3 = \bar{x}_1 x_5 \vee \bar{x}_2 x_3. \end{cases}$$

Замечание 2. Автоматы M_1, M_2, M_3 сложнее автомата M_4 и их реализация требует памяти и, следовательно, сложнее, и менее предпочтительна для систем управления, важных для безопасности.

В этом примере специально логика упрощена. В практических ситуациях логика намного сложнее, поскольку связность между агрегатами (узлами) функционально глубже, чем по перемещению.

Из замечаний 1, 2 следует, что если технология проектирования на входе имеет только данные по управлению, то решения по управлению будут более субъективными, чем, если бы на входе информационной технологии проектирования, основываясь на принципе опережения, использовалось описание требуемого поведения объекта, то есть описание технологических процессов.

Принцип поэтапной верификации (ППВ)

Одной из особенностей современных информационных технологий проектирования является непрерывность, то есть представление объекта цепочкой моделей A_1, A_2, \dots, A_n , а само проектирование – как последовательность $P_1, \dots, P_{(n-1)}$ процедур преобразования или генерации этих моделей (рис. 3).

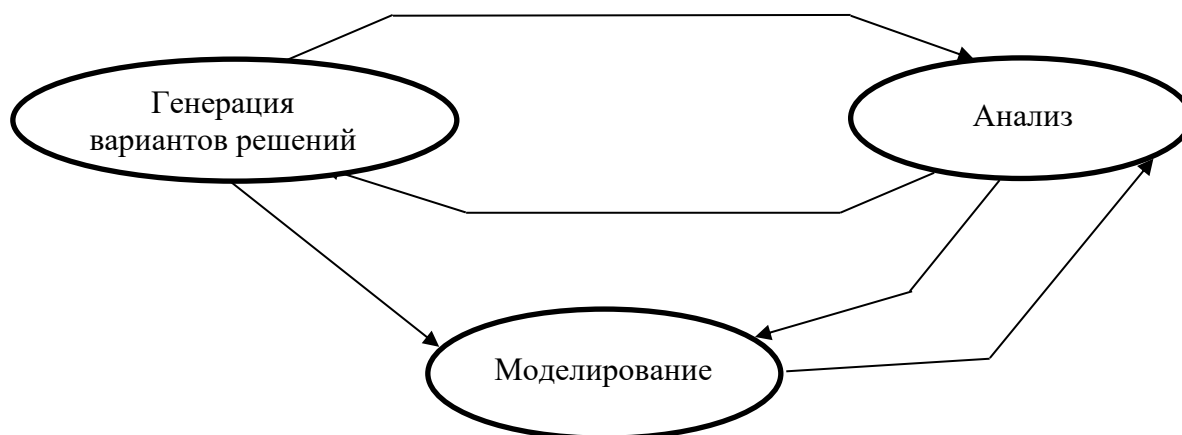


Рис. 3. Схематический процесс формализации

В зависимости от результата проектирования – модели $A_{(j+1)}$ процедура P_j может быть повторена или повторится часть процесса проектирования, начиная с некоторого предшествующего шага (на рис. 4 рёбра графа представляют переходы между процедурами).

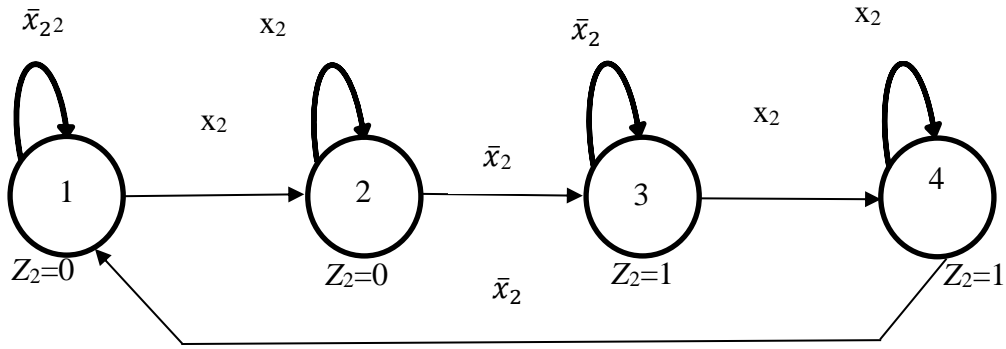


Рис. 4. Переходы между управляющими командами первого уровня

На каждом шаге проектирования процедура P_j получает на входе модель A_j , дополнительную информацию B_j и осуществляет на основе этого синтез модели $A_{(j+1)}$. Преобразование очень близко отображению структуры в структуру:

$$\{A_i \# B_i\} \xrightarrow{P_i} A_{i+1}.$$

Генерация предполагает использование A_i как ограничения на процедуру, а структура A_{i+1} синтезируется по некоторым своим правилам. Процедуры на каждом шаге многовариантны (рис. 5), как правило, основаны на интуиции и искусстве проектанта, поддерживаемых моделированием, перебором и анализом.

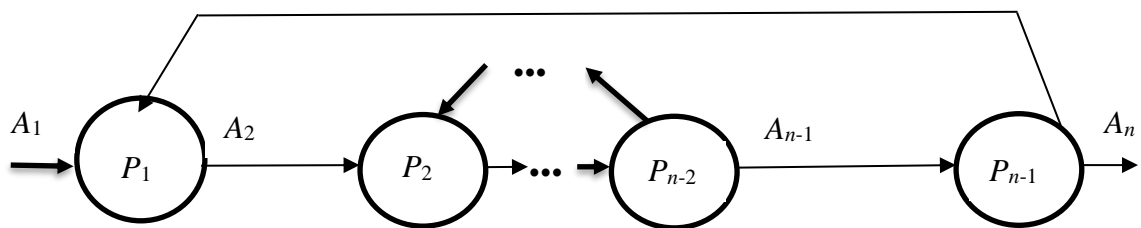


Рис. 5. Схематическая работа проектирования

Поскольку процедуры интерактивны, то при их выполнении или при введении дополнительных данных велика вероятность внесения ошибок проектантом, поэтому важно "не накапливать неисправности", а стремиться на каждом шаге проекта обнаруживать вероятные ошибки, исходя из свойств моделей и данных, то есть осуществлять верификацию синтезируемых проектных решений.

Принцип поэтапной верификации заключается в разработке для каждого этапа (модели) правил корректности моделей и данных и проверки их выполнения.

Для приведённого выше примера с тремя агрегатами для выполнения ППВ применительно к структуре переходов необходимо, например, для фазы анализа технологии проверять правильность переходов между операциями (рис. 1), а для фазы генерации алгоритмов управления проверять правильность переходов между управляющими командами (рис. 4).

При этом первая проверка верифицирует корректность следования, а вторая – условия завершения операции.

Принцип объектно-ориентированного агрегирования

Важнейшим этапом в разработке языка описания является структурирование данных (понятий, атрибутов) в базовые конструкции языка. Принцип объектно-ориентированного агрегирования заключается в группировании данных в базовые конструкции языка описания по степени их "близости" в объекте управления или его поведении (рис. 3, 4).

Поясним этот принцип на анализе эволюции важнейшего понятия – состояние в языках описаний логических алгоритмов.

По графу операций в данном достаточно простом случае легко восстановить полностью входо/выходную последовательность (табл. 2), затем построить таблицу переходов (табл. 3) и провести синтез автомата по всем классическим правилам [3, 4].

Таблица 2

Входо/выходная последовательность

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Z_1	X_2	Z_3
a_1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
a_2	0	0	1	0	1	0	1	0	0
a_3	0	1	1	0	1	0	1	1	0
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
$a_{1\sigma}$	1	0	1	0	0	0	0	0	0

Таблица 3

Таблица переходов

a_1	a_2	•	•	•	$a_{1\sigma}$
$\langle 1 \rangle^{100}$	$\langle 1 \rangle^{100}$				
		$\langle 2 \rangle^{110}$			
–	–	–	–	–	–
•	•	•	•	8	
•	•	•	•		
•	•	•	•		
1	–	–		$\langle 8 \rangle^{000}$	$\langle 8 \rangle^{000}$

Понятно, что для реальных примеров даже средней размерности в несколько десятков входов такой путь сопряжён со значительными трудностями и самое главное – экспоненциальным ростом объёма информации. Если производить декомпозицию на ранних стадиях проекта, то это сопряжено с сужением возможностей поиска оптимальных решений.

Резюмируя выше сказанное, сделаем вывод: автором предложена модель – след автомата и методы синтеза на основе МД-принципа (минимальных допущений), результаты которого представлены на рис. 4. Как видно, удаётся без "разбухания" информации получить минимальное решение.

Таким образом, на основе сформулированных принципов автором предложена методология сквозного проектирования, реализованная в программе "Формирование номенклатуры программно-аппаратных средств по оптимизации системы сигнализации с помощью цифрового автомата" [5].

Литература

1. Топольский Н.Г. Проблемы и принципы создания интегрированных систем безопасности и жизнеобеспечения // Матер. 4-й междунар. конф. "Информатизация систем безопасности" – ИСБ-95. М.: ВИПТШ МВД РФ. 1995. С. 14

2. Пупков К.А., Егупов Н.Д. Методы классической и современной теории автоматического управления. М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. С.71

3. Edwards J.S. Expert Systems in Management and Administration – Are they different from Decision Support Systems? // European Journal of Operational Research, 1992. V. 61. Pp. 114-121.

4. Чудотворова К.М. Информационная технология сквозного проектирования локального управления автоматизированной системой противопожарной защиты // Матер. XII междунар. науч.-практ. конф. "Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации ЧС". М.: Академия ГЗ им. Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, С. 46.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2021664194, 01.09.2021 / Волкова К. М.

Д.С. Анисимов

ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В АППАРАТНО- ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС "БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД"

Проблемы техногенного риска актуальны для всех субъектов РФ. Данное обстоятельство обосновано наличием опасных промышленных объектов на территориях градообразующих предприятий. Унифицированных методов обеспечения промышленной безопасности практически не существует, что связано с особенностями каждого субъекта. Тем не менее, развитие цифровизации позволяет создавать новые инструменты, способствующие уменьшению показателей риска.

Ключевые слова: ЦУКС субъектов РФ, Безопасный город, сбор, обработка и анализ информации, нефтеперерабатывающий завод.

D.S. Anisimov

INTEGRATION OF SECURITY SYSTEMS FOR OIL REFINING FACILITIES INTO THE "SAFE CITY" HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX

Technological risk problems are relevant for all constituent entities of the Russian Federation. This circumstance is justified by the presence of hazardous industrial facilities in the territories of city-forming enterprises. There are practically no unified methods for ensuring industrial safety, which is associated with the characteristics of each subject. Nevertheless, the development of digitalization allows the creation of new tools that help reduce risk indicators.

Key words: Crisis Management Center EMERCOM of Russia, Safe city, collection, processing and analysis of information, oil refinery.

В современном мире имеется колоссальное количество рисков возникновения чрезвычайных ситуаций как природного, техногенного так и биолого-социального характера. Субъекты Российской Федерации в этом вопросе не являются исключением. Так, например, на территории Ростовской области имеются около 60 различных рисков возникновения чрезвычайных ситуаций.

Зачастую возникновение природных чрезвычайных ситуаций невозможно предотвратить, можно только предупредить или уменьшить материальный ущерб от воздействия. Чего нельзя сказать о техногенных чрезвычайных ситуациях, которые напрямую связаны, в основном, с человеческим фактором. Развитие экономики страны, использование в производстве сложных процессов, высокотехнологичного оборудования и огромных территорий под производственные объекты обязывает пересматривать и постоянно совершенствовать существующие подходы в области обеспечения пожарной безопасности и безопасности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Качественное обеспечение пожарной безопасности и недопущение аварийных ситуаций на объектах нефтяной промышленности, является одной из самых важных задач почти в каждом субъекте Российской Федерации. Аварии на объектах могут привести к колоссальным последствиям, так, например, в результате утечки более 21 *тыс тонн* дизельного топлива, оно разлилось далеко за пределы промышленной зоны в г. Норильске, что привело к экологической катастрофе в мае 2020 года, ущерб от которой достиг 100 *млрд* рублей, а работы по восстановлению природной среды потребуют в лучшем случае от 5 до 10 лет⁴. Эта ситуация наглядно показывает, каковы могут быть последствия от техногенных чрезвычайных ситуаций на подобных объектах.

В настоящий момент в ряде субъектов Российской Федерации активно проводится работа по развитию аппаратно-программного комплекса (АПК) "Безопасный город", в том числе и на территории Ростовской области [1-3]. АПК "Безопасный город" на территории области создавался в соответствии с концепцией, утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2014 г. № 2446-р.

При создании АПК уделено большое внимание вопросам интеграции уже существующих систем обеспечения безопасности различных министерств и ведомств Ростовской области, в том числе систем взаимодействия муниципальных образований и на объектах различной ведомственной принадлежности.

Программный комплекс создан и функционирует в режиме опытной эксплуатации во всех муниципальных образованиях Ростовской области в составе одного из четырёх функциональных блоков. В АПК "Безопасный город" интегрировано 43 информационные системы различной ведомственной принадлежности. Подключено 142 рабочих места, в том числе 58 рабочих мест видеонаблюдения, установленных в Единые дежурные диспетчерские службы (ЕДДС) муниципальных образований и территориальных органов ФСБ России, МВД России, Росгвардии и МЧС России (рис. 1).

В целях развития АПК продолжают работы по объединению автоматизированных систем и увеличение количества видеокамер. Всего в комплекс интегрировано 2428 видеокамер, также для повышения эффективности программного комплекса ведутся работы по поэтапному вхождению в единое информационное пространство, имеющим значимое место в экономике Ростовской области, а также ключевое значение в развитии городских округов и муниципальных районов Ростовской области. Так в текущем году проведена интеграция систем обеспечения безопасности Ростовской атомной станции с данным комплексом.

⁴ https://ru.wikipedia.org/wiki/Разлив_дизельного_топлива_в_Норильске

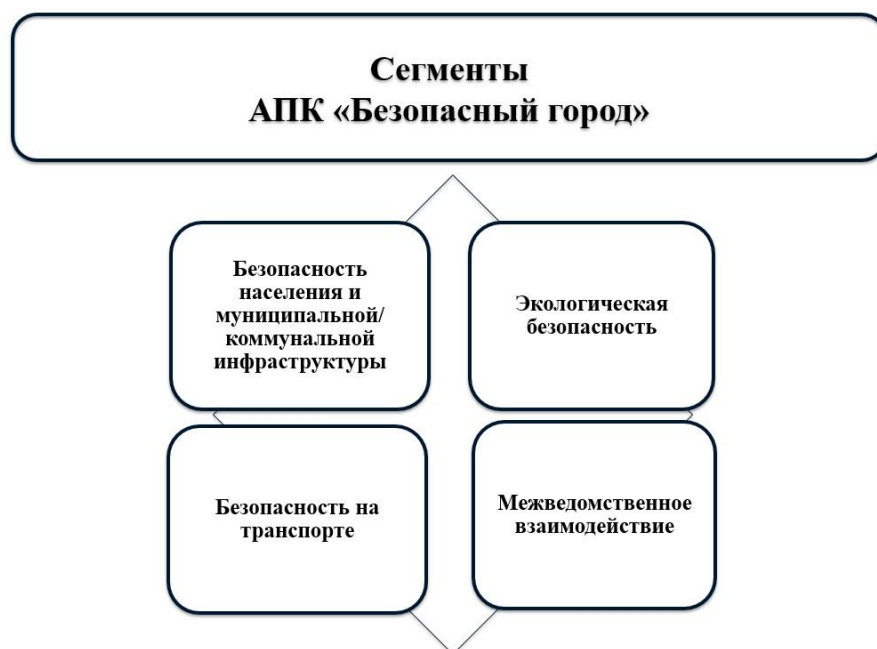


Рис. 1. Сегменты АПК "Безопасный город"

Одним из основных аспектов в дальнейшем развитии АПК "Безопасный город" является интеграция систем обеспечения безопасности, установленных на объектах нефтеперерабатывающей промышленности. Одним из таких объектов является Новошахтинский завод нефтепродуктов. Это единственный действующий нефтеперерабатывающий завод в Ростовской области. Завод специализируется на производстве мазута, печного, судового и дизельного топлива, прямогонного бензина. На территории завода имеются резервуары для хранения сырой нефти общим объёмом 80 тыс тонн, парк тёмных нефтепродуктов объёмом 75 тыс тонн, а производственные мощности позволяют перегнать до 5 млн тонн нефти в год. Авария на данном объекте несомненно может привести к колоссальным последствиям, экологической катастрофе, чрезвычайной ситуации федерального уровня и многомиллиардному ущербу (рис. 2).

Поэтому совершенствование имеющихся на объекте систем обеспечения безопасности, интегрирование с АПК "Безопасный город", с последующим выводом информации на пульт диспетчера ЕДДС муниципального района имеет приоритетное значение в вопросах автоматизации систем управления и предупреждения техногенных чрезвычайных ситуаций.

Необходимо заметить, что в недавнем прошлом случилось так, что сведений о возникшей чрезвычайной ситуации в г. Норильске в ЕДДС не было на протяжении нескольких часов, что способствовало непринятию своевременных управленческих решений, в том числе по направлению дополнительных сил и средств. Это ещё раз наглядно показывает важность интеграции систем обеспечения безопасности подобных объектов в АПК "Безопасный город".



Рис. 2. Новошахтинский завод нефтепродуктов

Выходом из данной ситуации предлагается использовать единый информационный портал, позволяющий оперативно передавать данные как со стороны завода нефтепродуктов, так и со стороны контролирующих безопасность организаций. Портал позволит надзорным органам получать необходимую информацию в полном объеме, а также проводить полный анализ графика устранения нарушений на объектах завода. С другой стороны, главный инженер всегда будет иметь полное представление о состоянии объектов и о степени безопасности каждого из них, что способствует уменьшению риска возникновения ЧС. В качестве технологической платформы предлагается использовать собственные ресурсы структурного подразделения, что вполне обосновано в работе и экономически выгодно для дальнейшего развития в целом.

Итогом работы является предупреждение возникновения различных аварий и нарушений в технологическом процессе, а в случае каких-либо нарушений недопущение возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера выше муниципального уровня, и предотвращение возникновения экологических катастроф.

Литература

1. Постановление Правительства Ростовской области от 17 октября 2018 г. № 647 "Об утверждении государственной программы Ростовской области "Защита населения и территории от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах".
2. Постановление Правительства Ростовской области от 25 мая 2020 г. № 474 "О Комиссии по вопросам, связанным с внедрением, развитием аппаратно-программного комплекса "Безопасный город" и обеспечением эксплуатации, развитием системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру "112" в Ростовской области".
3. Постановление Правительства Ростовской области от 27 сентября 2021 г. № 777 "О региональной информационной системе Ростовской области "Аппаратно-программный комплекс "Безопасный город" Ростовской области".

СЕКЦИЯ 4

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Фам Ван Хуинь, Фам Куок Хынг (Вьетнам)
ПРОБЛЕМЫ КОНСУЛЬТАТИВНОЙ РАБОТЫ
ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ ВЬЕТНАМА И МЕРОПРИЯТИЯ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Рассматриваются актуальные проблемы консультативной работы пожарной охраны во Вьетнаме. Определены и приведены факторы, ограничивающие данную работу. Представлены мероприятия для повышения эффективности консультации пожарной охраны Вьетнама.

Ключевые слова: консультативная работа, пожарная безопасность, аварийно-спасательная работа, пожарная охрана, Вьетнам.

Pham Van Huynh, Pham Quoc Hung (Vietnam)

CONSULTING PROBLEMS AND MEASURES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE VIETNAM FIRE BOARD CONSULTATION

The situation of the consultative work of the fire brigade in Vietnam in recent years is considered. Defined and given some restrictions in the advisory work of the fire department. Measures are presented to improve the efficiency of consulting the fire department of Vietnam.

Key words: advisory work, fire safety, rescue work, fire protection, Vietnam.

В последнее время перед пожарной охраной страны руководителями всех уровней были поставлены задачи активно координировать свою деятельность с профессиональными подразделениями, чтобы эффективно анализировать и прогнозировать ситуацию, складывающуюся в области пожарной безопасности. Центральному комитету общественной безопасности партии и Министерству общественной безопасности было предложено обнародовать руководящие задачи политики в области пожарной безопасности и аварийно-спасательных работ. Это должно способствовать обеспечению порядка и социальной безопасности и внести важный вклад в общие достижения пожарной охраны и Народной общественной безопасности. Можно выделить наиболее значимые задачи.

- Предложить партии, государству, партийным комитетам и органам власти на всех уровнях издать руководящие принципы политики, направленной на эффективное выполнение задач по пожарной безопасности и ор-

ганизации аварийно-спасательной работы. С момента принятия Закона о пожарной безопасности в 2001 году и до настоящего времени правовые документы по предупреждению пожаров и борьбе с ними постепенно улучшались: было выпущено 38 нормативных правовых актов на центральном уровне и около 1000 руководящих документов в центральном регионе. Помимо юридических документов, существует 188 национальных норм и правил по пожарной безопасности, в том числе: 68 специализированных национальных норм и правил по пожарной безопасности; 120 норм и правил по противопожарной защите [1, 3].

Кроме того, Министерство общественной безопасности также посоветовало Секретариату издать Директиву № 47-СТ/TW от 25 июня 2015 г. об усилении лидерства Партии в области пожарной безопасности, а также Постановление № 99/2019/QH14 о продолжении для улучшения и повышения эффективности и действенности реализации правовой политики в области пожарной безопасности [4].

- Консультировать Центральный комитет общественной безопасности партии, руководителей Министерства общественной безопасности, руководителей общественной безопасности на всех уровнях по вопросам выпуска руководящих указаний, программ, планов и схем, связанных с пожарной безопасностью и аварийно-спасательной работой и созданием пожарной охраны.

- Консультировать, предлагать указания, проверять, анализировать и обобщать руководящие принципы, программы, планы, решения и приказы по пожарной безопасности и организации аварийно-спасательной работы; регулярно контролировать и проверять их выполнение; оперативно сообщать о ситуации и предлагать решения в соответствии с требованиями поставленной задачи.

- Активно изучать социально-экономическое развитие страны, сложную ситуацию с пожарами, взрывами, авариями и происшествиями, чтобы оперативно давать рекомендации по конкретным и комплексным решениям, аспектам работы и совершенствованию прогнозирования и стратегическим советам пожарной охраны.

- Активно применять достижения в области науки и техники, такие как электронные офисы, офисное компьютерное программное обеспечение и система отчетности по крупно-территориальной сети Министерства общественной безопасности в подразделениях общественной безопасности и на местах для удовлетворения потребностей населения.

Усилия и значительный вклад в консультативную работу пожарной охраны эффективно способствовали работе и общим достижениям Народных сил общественной безопасности.

Однако, помимо достигнутых результатов, эффективность стратегического консультирования и прогнозирования пожарной охраны имеет некоторые проблемы, такие как [2]:

- исследование, анализ, оценка и прогноз ситуации, особенно стратегический прогноз, макропрогноз иногда не полностью соответствует ситуации, поставленным требованиям и задачам;

- качество консультаций и предложений руководящих принципов и мер по управлению профессиональными аспектами пожарной безопасности и аварийно-спасательной работы все ещё недостаточно, не полностью отвечает требованиям руководителей и командиров;

- работа по проверке, руководству и побуждению к выполнению руководящих принципов, программ, планов и рабочих заданий не была действительно активной и регулярной;

- осуществление информационной работы, отчётов и статистических режимов в некоторых местных полицейских участках не выполнялось строго и полностью в соответствии с правилами;

- применение науки, технологий и техники в консультативной работе по-прежнему ограничено и не привело к прорыву.

Основными причинами вышеуказанных ограничений являются:

1. Недостаточный уровень информированности офицеров и личного состава о должностных обязанностях по выполнению консультативной работы.

2. Внимание партийных комитетов и руководителей подразделений к консультативной работе в области пожарной безопасности и аварийно-спасательной работы не всегда регулярно. Не везде на местах создали условия "рабочей среды" для и привлечения и поощрения консультантов.

3. Возможности и квалификация некоторых сотрудников всё ещё ограничены. Они не прошли обучение или не учились усердно, чтобы накапливать знания и опыт, они не имеют навыков консультирования, не проявили особого энтузиазма и увлечённости профессией.

4. Разработка и внедрение принципов политики вознаграждения, критериев поощрения, а также гарантии для консультантов всё ещё неадекватны сложности стоящих задач. Специфическое пособие невелико, а зона бенефициаров всё ещё узка. Финансирование поддержки консультативной работы по-прежнему затруднено. Нет механизма ротации кадров и привлечения персонала для выполнения консультативной работы.

5. Методы и стиль работы некоторых консультативных подразделений по-прежнему являются административными, а не совсем научными, не соответствуют характеру и характеристикам боевых вооружённых сил.

6. Недостаточно инвестиций в современные научные, технические и технологические достижения в консультативной работе.

В ближайшие годы социально-экономическая обстановка будет продолжать активно развиваться. Вьетнам активно борется за то, чтобы стать современной, промышленно развитой страной. Ставится задача формирования и развития коридоров, экономических поясов и полюсов роста, имеющих значение для всей страны и региональных связей. Процветают промышленные отрасли, такие как нефтяная, нефтегазовая, электроэнергетическая, лёгкая промышленность, в которой используются многие виды легковоспламеняющихся химикатов. По мере социально-экономического развития, возрастает опасность пожара и взрыва.

При этом осведомлённость части должностных лиц и работников по вопросам предотвращения пожаров и борьбы с ними невысока. Они не выполняют свои обязанности по работе по предупреждению пожаров, их тушению и спасению людей и материальных ценностей. Во многих местах не организованы должным образом противопожарные работы на объекте, поэтому риск пожара и взрыва всё ещё велик. Между тем, погодные условия становятся все более суровыми, продолжительные засухи сменяются сложными дождями и наводнениями. Все это сильно влияет на ситуацию с пожарами, взрывами, затрудняет аварийно-спасательные работы, усложняет задачи по обеспечению пожарной безопасности.

Чтобы усилить способность прогнозирования и повысить эффективность консультативной работы при выполнении задач обеспечения пожарной безопасности и аварийно-спасательных работ, необходимо сосредоточиться на выполнении следующих мероприятий.

Во-первых, на всех уровнях руководителей и командиров полиции по пожарной безопасности и аварийно-спасательной работе повысить осведомлённость о консультативной работе, а также о должностях, роли, функциях и обязанностях консультативного агентства.

Организация и консультативный персонал должны сосредоточиться на исследовании, разъяснении и своевременном предложении руководителям и командирам на всех уровнях руководящих принципов, планов и рабочих приказов. В то же время необходимо определить, что консультирование является важной функцией всей организации от руководителей до должностных лиц, которые должны выполнять консультативную работу.

Во-вторых, правильно определить ключевые задачи при консультировании по вопросам пожарной безопасности и аварийно-спасательной работы. Необходимо повысить качество рекомендаций, предложений и рабочих приказов руководителей и командиров. Важно исследовать, полностью усваивать и творчески применять руководящие принципы партии, политику и законы государства в области предотвращения пожаров и борьбы с ними, спасения людей.

Следует обнародовать руководящие принципы, приказы, программы и планы работы в сочетании с мониторингом, руководством, побуждением и проверкой выполнения. Надо заблаговременно выявлять новые трудности и проблемы подразделений, оперативно предлагать рекомендации и меры по их решению, усилить работу по руководству, побуждению и инспектированию организаций для развития и повышения потенциала и квалификации чиновников и персонала, занимающегося консультативной работой на низовом уровне. Пересматривать, изменять и дополнять приказы и правила по руководству, побуждению и проверке консультативной работы для последовательного и эффективного внедрения в практических подразделениях.

Нужно сосредоточиться на профессиональном подведении итогов тушения крупных пожаров, составлении соответствующих резюме, чтобы извлекать уроки из опыта, а также дополнять и профессионально совершенствовать теорию пожарной безопасности и аварийно-спасательных работ. Стоит задача расширения фундаментальных исследований, увязки консультативной работы с научными исследованиями и практическим опытом, совершенствования процессов и правил консультативной работы. Следует расширить международное сотрудничество по консультативной работе.

В-третьих, способствовать применению современных достижений науки и техники для повышения качества и эффективности консультативной работы, усилению применения науки, технологий, особенно информационных технологий, в консультативной работе с упором на области сбора и обработки информации, её анализа, синтеза, статистики для прогнозирования ситуации. Важным представляется управление базами данных, развёртывание компьютерных программ, переключение линий безопасной и конфиденциальной передачи данных с центрального уровня на местные, чтобы эффективно обслуживать на всех уровнях руководство и управление полицейскими силами в деле предотвращения пожаров и борьбы с ними.

В-четвертых, для выполнения требований и задач государственного управления по пожарной безопасности и аварийно-спасательным работам, необходимо повысить качество подготовки кадров, занимающихся консультативной работой. Для удовлетворения текущих и долгосрочных требований планирования руководящих и командных кадров, следует завершить формирование стандарта присвоения офицерских званий людям, занимающимся консультированием. Приоритет должен отдаваться консалтинговому агентству по отбору хороших студентов, прошедших обучение в Институте пожарной безопасности и способных работать консультантами в профессиональных подразделениях.

Необходимо осуществить отправку сотрудников, не имеющих опыта консультативной работы, в профессиональные подразделения с последующим переводом в консалтинговое агентство. Важно усилить организацию учебных курсов, тематических тренингов по консультативной работе. Надо создать условия персоналу, работающему в консультативной сфере, для повышения своего профессионального уровня, получения политических и юридических знаний, изучения иностранных языков и информатики. Важно иметь возможность обмениваться информацией, узнавать и приобретать опыт консалтинговой работы за границей. Следует назначать сотрудников в качестве консультантов для участия в семинарах по повышению квалификации.

В-пятых, необходимо для выполнения задач по предотвращению пожаров и борьбе с ними обеспечить условия для консультативного органа полиции на всех уровнях. Для этого нужно сделать приоритетными инвестиции в финансирование подразделений, в улучшение условий труда, в оборудование и в современные технические, научные и технологические средства для консультативной работы, особенно в области сбора и анализа информации, прогноза развития ситуации, в проведение научных семинаров, в организацию полевых исследований, в профессиональное обучение для консультативных агентств.

Консультативная работа играет очень важную роль во всей деятельности полиции по предупреждению пожаров и борьбе с ними. От качества консультативной работы зависит выполнение функций и задач организаций и подразделений.

Таким образом, изучение и оценка фактической ситуации консультативной работы необходимы для того, чтобы предложить решения по повышению эффективности выполнения её задач, соответствующих требованиям обеспечения пожарной безопасности, защиты жизни людей и собственности государства и народа. Эта работа вносит вклад в обеспечение безопасности и порядка, в работу Народных сил общественной безопасности и имеет важное значение как для развития теории, так и для применения её на практике.

Литература

1. Отчёт о деятельности пожарной безопасности и аварийно-спасательной работы. Ханой: Главное управление пожарной охраны и аварийно-спасательной службы Вьетнама, 2021. 26 с.
2. Динь Нгок Хоа. Некоторые основные вопросы консультирования органов общественной безопасности. Ханой, 2014.
3. Группа мониторинга XIV Национального собрания. Отчёт № 41/BC-DCS от 17 октября 2019 г. о результатах мониторинга реализации политики и законов по пожарной безопасности в период 2014-2018 гг. Ханой, 2019.
4. Национальное собрание. Резолюция № 99/2019/QH14 от 27 ноября 2019 г. о продолжении совершенствования и повышения эффективности и действенности реализации правовой политики в области по пожарной безопасности и борьбы с ними. Ханой, 2019.

Duong Van Nam (Vietnam)
PROFESSIONAL TRAINING FOR THE FIRE
AND RESCUE POLICE FORCE IN VIETNAM

The analysis of the organization of professional training of firefighters and rescuers in Vietnam is carried out. It is shown that the fire and rescue police forces are constantly practicing, improving their capabilities, gaining access to modern means and ready for operational fire fighting and rescue operations, contributing to the protection of national security and public order.

Key words: professional training, fire.

Зыонг Ван Нам (Вьетнам)
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА
ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ ВО ВЬЕТНАМЕ

Проведён анализ организации профессиональной подготовки пожарных и спасателей во Вьетнаме. Показано, что сотрудники пожарной охраны постоянно практикуются, совершенствуя свои возможности, получают доступ к современным средствам и готовы к оперативной борьбе с пожарами и спасательным работам, способствуя защите национальной безопасности и общественного порядка.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, пожар.

1. Introduction

Vietnam is a country strongly affected by climate change and the Industrial revolution 4.0, the increase of natural disasters in both frequency and intensity is a permanent, immediate and long-term threat for all fields, including the work of fire and rescue. With the situation of fire, explosion, accident and incident becoming more and more complicated in both nature and extent of damage, it is required that fire and rescue work need to be carried out promptly in order to minimize the loss of life and property caused by fire, explosion, incident and accident. To do so, the force directly doing fire fighting and rescue operations must be really professional and elite, so, it is necessary to ensure the quality of training, improve skills and tactics of fire fighting and rescue for officers and soldiers who directly perform fire fighting and rescue.

2. Situation of fire and explosion in Vietnam

According to the statistics of the Fire and Rescue Police Department, in the past time (from 2016 to 6/2021), there have been 18.970 fires in Vietnam (including, 17.286 fires in facilities, houses, means of transport and 1,684 fires in forest), killed 497 people, injured 938 people, destroyed property worth 7.833 billion VND and 8.598,11 hectares of forest. In addition, 161 explosions occurred, killed 65 people, injured 217 people, and caused property damage of about VND 6.127,3 million [3].

In the past 5 years, the fire and rescue force has mobilized 82.535 fire engines of all kinds and 522.416 officers, thereby directly saving 15.357 fires (accounting for 80,95%), the rest were extinguished by the local fire service. The force also performed 16.280 rescues, including 10.994 were in the fire (accounting for 67,53%); 5.286 rescues under water, of vehicles, collapse of buildings, in caves, deep wells, overhead (accounting for 32,47%), organized successful escape guidance for thousands of people; directly saved 4.769 people; found 2.289 victims' bodies and handed them over to functional forces for handling [3].

3. Legal basis of training of fire and rescue

With regard to professional training for the Fire and Rescue Police force, every year, localities based on the plan of organization of professional training of the Fire and Rescue Police Department to develop training programs and plans.

Training contents for each subject Leaders, commanders, officers and soldiers according to Official Letter No. 4634/C07-P5, P6 dated December 10, 2020 on organizing training of fire and rescue operations [2].

In addition, training must also comply with training materials with specific contents specified in documents such as the Law on Fire Prevention and Fighting 2001, Law amending and supplementing the Law on Fire Prevention and Fighting in 2013; Decree No. 136/2020/ND-CP dated November 24, 2020 of the Government detailing a number of articles and measures to implement the Law on Fire Prevention and Fighting and the Law amending and supplementing a number of articles of the Law on Fire Prevention and Fighting; Decree No. 83/2017/ND-CP dated July 18, 2017 of the Government stipulating the rescue work of the fire prevention and fighting force; guiding circulars and necessary documents for training work [2].

The documents related to professional training for the fire and rescue police force have been developed, promulgated and organized synchronously and uniformly from the central to local levels. In addition, depending on the actual situation, the units actively advise and develop specific guiding documents so that the training contents are suitable to the conditions and requirements of each management area.

4. Engines in service of fire and rescue training

The Fire and Rescue Police force has been invested in, purchased and equipped with many modern firefighting and rescue vehicles and tools, suitable to reality. According to statistics of the Fire and Rescue Police Department, this force is managing and using about 2.000 fire engines, including about 900 fire trucks, over 300 specialized engines, 300 pumps, over 30 fireboats. Among

about 900 fire engines, there are nearly 300 engines of good quality, accounting for 33,3%; nearly 400 engines of medium quality, accounting for 44,4%, the rest are low quality engines that are rarely used and are waiting for liquidation. With the current number of about 200 Firefighting Teams, if each team is required to have at least 03 good quality fire engines, only 100/200 can meet the requirements [3]. In addition, in recent years, local units have been invested and built models for training at training institutions such as the University of Fire Prevention and Fighting, big cities like Hanoi and Ho Chi Minh City. The models of training are basically suitable for the reality of fire fighting and rescue at facilities such as adjacent houses, transformer stations, tank trucks, toxic smoke models, high-rise buildings... However, the training models only show the burning area, but not specifically about the combustible substance as well as systems and equipment for serving, ensuring safety for training work inside the models such as thermal measuring devices, thermal cameras, etc., have not been equipped or installed.

5. Organization of training in fire and rescue

The work of training is particularly important and directly affects the work efficiency of fire and rescue police units. For each training content, officers are taught and guided to master techniques and how to apply them effectively in actual activities. In which, the theoretical training only accounts for 30 % of the training time, the remaining 70 % of the time is used to practice techniques, use engines and exercises specific to each type of facility or case. Some types of facilities that have been focused on training in recent years include:

For fire and rescue operations at height

For training for situations occurring in multi-storey and high-rise buildings, it is necessary to pay attention to personal protective equipment and tools such as seat belts, snap hooks, fire helmets, rescue helmets, gloves... to ensure the safety of the training. An indispensable content when training at height is the psychology of officers, the psychology of working at height must be ensured so as not to be affected by factors when manipulating at height such as wind, visibility, temperature. Common exercises when training on fire fighting at height such as: deploying the hose through the flights, the gap in the flights if the stairs are not contaminated with smoke; deploying via ladder trucks, hook ladders, triple ladders, using long ropes to bring the nozzles up high; ensure communication in the process of combat. For rescue work, exercises such as saving people at height using ropes, ladders, rescue people through ladders, drop victims down by ropes and stretchers; particularly, the work of rescuing people at height should pay attention to ensuring the safety of the victims when taking them down and taking them out, avoiding being affected by factors such as smoke,

fire, and building structures; use existing forces to search for victims inside the building. In addition, prepare engines and tools for rescue operations such as: Ladder trucks, air cushions, nets, lifting equipment, jacks, cutting pliers, safety belts, lights, means of communication, some items needed for victims... suitable for victim approach tactics. Organize to save lives and reassure people trapped in fires; guide the evacuation of people and move valuable assets out of the area at risk of collapse. Implement the evacuation of victims via smoke-free stairs or fixed exit stairs equipped outside some houses;

Deploy rescue work with the help of specialized fire fighting and rescue equipment (ladder trucks with reach, ropes, rope lowering devices, rescue air Cushions).

Use in conjunction with the fixed fire extinguishing system of the building. Priority is given to using dry pipework and fire fighting water supply system inside the building for fire fighting for upper floors and roofs. Fire hoses are led through stairs, exits and by other technical means. On the main hose line, two three-prongs must be placed: one on the ground near the building, one on the landing of the stairs below the burned floor from 1 to 2 floors. Each hose line needs to have at least 01 backup hose reel and each three-prong must arrange 01 firefighter to control and be responsible for ensuring continuous operation of the hose line. When performing fire fighting from the 13th floor and above, it is necessary to use a rope to pull the hose up to the outside of the wall and use 02 hooks to fix 01 hose reel into the load-bearing structure of the building. The hose line at ground level is deployed perpendicular to the building wall;

When performing fire fighting in basements, fixed and mobile smoke venting devices must be used to prevent smoke from accumulating in the emergency staircase. In case the fire cannot be accessed by existing ways, the wall or partition must be broken down to access it.

Training in fire fighting and rescue in river and water areas

Fire fighting for facilities on rivers is one of the specific training contents for each region, for example, in the southwestern provinces and coastal areas, it is necessary to have specific training contents, use fire fighting engines such as: fire boats, ships, floating pumps... The training content focuses on techniques for using engines and equipment when approaching above and below the water surface. Facilities on rivers such as petrol stations, floating markets, riverside production facilities, when deploying fire fighting squads, must have tools to hold hoses, to deploy hoses in a narrow space, especially paying attention when dealing with oil spills for petroleum and liquefied gas facilities.

In addition, swimming technique is a basic and necessary content for training in fire fighting, rescue on rivers. The breaststroke technique is often practiced the most because this swimming skill helps the officers to work longer in the water with longer swimming distances. In addition, there are exercises to rescue victims, and combined exercises to rescue many people at the same time . These exercises are important elements in the task of rescue and prevention of natural disasters and floods in the situation that in recent years there have been many serious natural disasters.

The next skill is a skill that not everyone can do, which is diving skill. When learning this skill, trainees need to really focus when learning theory, especially when diving underwater, trainees need to absolutely follow the instructions of the trainer. The diving training is always closely supervised by experienced trainers.

Wildland Fire Training

According to statistics, the total forest area in Vietnam is 14.609,2 thousand hectares, of which the natural forest area is 10.292,4 thousand hectares and the reforested area is 4.316,7 thousand hectares, the coverage coefficient reached 42 %. Forest area accounts for about 47,6 % of the total land area of Vietnam, of which natural forests account for about 70 % of the total forest area of the country [1].

Due to the specificity of forests and forest fires, in addition to modern motorized vehicles, our fire force is still using manual tools such as: rake, pickaxe, ax, saw for digging trenches, clearing bushes, sawing trees, cutting trees in order to prevent the spread of fire and extinguish the fire...

The following types of motor vehicles can be used to fight forest fires: Chainsaws are used for sawing trees and creating distances to prevent fires, roller tractors are used on flat terrain and crawler tractors are used on steep terrain. Unlike fire fighting for fires at other facilities and works, when organizing forest fires, the supporting conditions are very difficult and limited due to complicated terrain and weather. Therefore, methods of fire fighting have many differences. The following methods are commonly used:

Firstly, Direct fire fighting method: It is a method of arranging fire fighting formations to directly confront, surround the fire and use all manual and motorized means to directly affect on the fire to extinguish the fire. Arrangement of direct fire fighting formations: Deploy squads with many groups of people assigned to surround the fire, need to focus on the wind direction to prevent the fire from spreading

Secondly, Indirect fire fighting method: Applied to large fires, high fire intensity, fast spreading, heat spread over a wide range, fire area is larger than 01 ha, the remaining forest area (which needs to be protected) is very large. In addition, after completing the white trench to prevent fire or fire control trench, it is possible to switch from indirect fire fighting to direct fire fighting.

Fire fighting and rescue for adjacent houses

Adjacent houses include multi-storey houses, built adjacent to each other in rows in adjacent lots with a width many times smaller than the depth (length) of the house and share the same urban infrastructure system. Therefore, the content of fire fighting and rescue training for adjacent houses is very complicated. For fires in narrow alleys, it is necessary to mobilize pump trucks and fire pumps that can be carried by hand to ensure water transmission. For fires in adjacent houses with 5 floors or more, adjacent to major roads, it is necessary to mobilize ladder trucks to carry out fire fighting and rescue effectively. When organizing fire fighting activities for adjacent houses made from flammable materials such as bamboos and leaves, in addition to general information about the fire, the incident commander needs to organize a reasonable fire reconnaissance to quickly grasp the "risk of the leapfrogging", fire caused by heat radiation, fire spread to neighboring houses made of combustible materials to take reasonable measures to protect and prevent fire spread. The first attacks should be prioritized to eliminate or prevent the spread of fire, protect the adjacent parts that are threatened by the fire, then continue to deploy the formation to extinguish the fire. In addition to the cooling method, it is possible to apply the isolation method, both to prevent the spread of fire and to support the firefighting force when fighting fires in conditions of water shortage.

Using virtual reality technology in firefighting and rescue training

Virtual reality technology is a term to describe a virtual environment simulated by humans. These simulated environments are images actively designed by humans through specialized software applications, displayed on computer screens or through virtual reality glasses. Virtual reality effects are created by virtual reality devices including head-mounted devices with small screens in front of eyes, or can also be created through specially designed rooms with many large screens. Currently, a number of countries around the world have applied virtual reality technology in firefighting and rescue training. Through the actual application process, it has shown outstanding advantages, specifically: Safe training environment with 360 degree viewing angle; Personal protective equipment and equipment and means of fire fighting and rescue are less prone to wear and tear; saving training costs such as: costs of construction and maintenance of models; costs related to facilities, documents, etc. Easily create 3D vir-

tual spaces from photos and videos of actual buildings to simulate incidents and accidents. Learners can experience the real feeling of fire, incident and accident situations, thereby learning what to do in high-risk situations in reality. The virtual reality technology helps trainees not have to be directly exposed to toxic smoke, gases and toxins, helping trainees not to be in danger from these factors during training. The application of virtual reality technology in firefighting and rescue training can be a new breakthrough for training. The current traditional manual teaching methods and lectures will be replaced by a method that combines traditional teaching methods and the application of virtual reality technology. Thereby, trainees will be practicing on a virtual reality environment, like the real one, but with richer content, more diverse situations and can be practiced many times, easily accessible.

Although the virtual reality technology has many advantages, it also has some disadvantages, namely: If used for a long time can cause some health effects for users such as seizures, child development problems, stress ... Regular use of virtual reality technology devices will cause eye fatigue, dry eyes, may cause myopia, .. When a person is exposed to the virtual reality environment for a certain period of time, he can also suffer from cybersickness (also known as virtual reality sickness), it causes symptoms similar to those of motion sickness, common symptoms are irritability, headache, nausea, vomiting, pallor, sweating, fatigue, drowsiness, disorientation.

Professional training for the Fire and Rescue Police force in Vietnam is now more and more interested and focused, the means of support for the training are invested and equipped timely, in accordance with actual requirements. As the core force, the Fire and Rescue Police force is constantly practicing, improving capacity, and accessing modern means to become more regular and elite to promptly fight fire and rescue, contributing to the protection of national security and social order and safety.

References

1. Ministry of Agriculture and Rural Development. Project: "Improving capacity for forest fire prevention and fighting in the period 2013-2020", 2020.
2. Fire and Rescue Police Department. Official Letter No. 4634/C07-P5, P6 dated December 10, 2020 on organizing training in fire fighting and rescue operations , Hanoi.
3. Fire and Rescue Police Department, Summary report of 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, Hanoi.

Nguyen Van Can (Vietnam)

USE OF LEGAL DOCUMENTATION ON RESCUE WORK TO FUNCTION OF THE FIRE AND RESCUE SERVICE IN VIETNAM

The legal system in rescue plays a very important role in governing the field of rescue, creating a legal basis for the effective organization of the rescue work of the fire police force. This article focuses on studying the legal system in rescue of Vietnam fire police force, which is then compared to those in some other countries and proposing several improvement measures.

Key words: law, rescue, fire service.

Нгуен Ван Кан (Вьетнам)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЮРИДИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО СПАСАТЕЛЬНЫМ РАБОТАМ В РАБОТЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ВЬЕТНАМА

Правовая система в сфере спасения играет очень важную роль в регулировании сферы спасения, создавая правовую основу для эффективной организации спасательных работ пожарной полиции. Этот доклад посвящён изучению правовой системы спасательной службы Вьетнамской пожарной полиции, которая затем сравнивается с такой в некоторых других странах и предлагает несколько мер по улучшению.

Ключевые слова: право, спасать, пожарная служба.

Currently, the economy and society of Vietnam are developing strongly, production and business activities, infrastructure construction, tourism, economic zones, export processing zones, hi-tech zones, new urban areas with many high-rise buildings and complex functions are increasingly diversified and on a larger scale. Therefore, the risk of accidents, incidents, fires, explosions, etc. is rising, as well as the nature and extent of damage are more and more complex and serious. Therefore, it is necessary to improve the legal system in rescue to create an essential legal basis in the organization and operation of the fire police force.

Over the years, the State has issued many legal documents to govern the field of rescue, including the legal system in rescue of the fire police force:

On August 17, 2012, the Prime Minister issued Decision No. 1110/QD-TTg approving the master plan for the network of the fire and rescue police force up to 2020 and vision up to 2030.

On October 15, 2012, the Prime Minister issued Decision No. 44/2012/QD-TTg stipulating the rescue work of the fire force. This decision is a very important legal basis for creating the foundation for the rescue work of the fire police force. In order to effectively implement Decision No. 44/2012/QD-TTg, the Ministry of Public Security issued Circular No. 65/2013/TT-BCA on November 26, 2013 detailing the implementation

of a number of articles of Decision No. 44/2012/QĐ-TTg and Circular No. 20/2014/TT-BCA dated May 20, 2014 stipulating the rescue procedures of the fire police force.

However, Decision No. 44/2012/QĐ-TTg has revealed a number of limitations. Therefore, on July 18, 2017, the Government issued Decree No. 83/2017/ND-CP stipulating the rescue work of the fire force to replace Decision No. 44/2012/QĐ-TTg. After promulgating Decree No. 83/2017/ND-CP, the Ministry of Public Security issued additional circulars, directives and regulations to provide a basis for the fire police force to operate: Circular No. 08/2018/TT-BCA dated March 5, 2018 stipulating the implementation of a number of articles of Decree No. 83/2017/ND-CP; Circular No. 139/2020/TT-BCA dated December 23, 2020 stipulating the standing work to be ready for firefighting and rescue of the People's Public Security force; Circular No. 140/2020/TT-BCA dated December 23, 2020 stipulating the implementation of firefighting and rescue activities of the People's Public Security force; Circular No. 141/2020/BCA-BCA dated December 23, 2020 stipulating fire and rescue safety inspection of the People's Public Security force; Directive No. 07/CT-BCA of the Minister of Public Security dated June 27, 2019 on strengthening the rescue work of the People's Public Security force in the new situation; Plan No. 2077/KH-C07-P6 dated July 30, 2019 of the Fire and Rescue Police Department on the implementation of the Directive of the Minister of Public Security [3], etc. It can be seen that the issued Decrees are the basis for building a synchronous and complete legal system in rescue, raising the role and responsibility of competent state agencies in the field of rescue; building the fire force in general and the fire police force in particular.

In terms of legal documents: rescue work in Vietnam is regulated in decrees issued by the Government or circulars issued by ministries. Meanwhile, in some other countries, rescue work is specifically regulated in Laws and Acts. For example, it is regulated in the Law on Organization of Fire 1947 in Japan; Fire Law 1998 of the People's Republic of China, the Emergency Response Law 2007 of the People's Republic of China; The Federal law on Emergency Rescue Services and the Status of Rescuers 1995 in Russia; the Fire and Rescue Act 1989 in the US; the Fire and Rescue Services Act 2004 in the UK; the Fire Protection Act 2005 in Scotland.

In terms of the organization of the force: in Vietnam, rescue work (for daily incidents and accidents) is assigned to the fire force (fire police, civil defense force, local fire force, specialized fire force), in which the fire police force is still the standing professional rescue force [5]. Fire police force is a force belonging to the Vietnam People's Public Security under the comprehensive and unified direction of the Minister of Public Security, including the Fire and Rescue Police Department, 63 Fire and Rescue divisions in 63 provinces, centrally

run cities and no volunteer force. In Japan, rescue work is assigned to professional organizations and volunteer force established and managed by provincial and district governments; In Russia, the rescue work is assigned to the fire and rescue force under the Ministry of Emergency Situations, including national fire and rescue force, regional fire and rescue force, provincial and municipal fire and rescue force, firefighting teams, volunteer fire force; In Singapore, the rescue work is assigned to the Singapore Civil Defense Force under the management of the Ministry of Home Affairs, including command and control department, regional civil departments and regional fire stations, etc.

Thereby, it can be seen that the legal system in rescue in Vietnam is basically comparable to those in other countries in the world, it has created a legal foundation for rescue work and is the basis for the fire police force to perform the rescue tasks well and achieve certain results.

According to the statistics of the Fire and Rescue Police Department, from 2012 to 2020, the fire police force carried out 18.349 cases of rescue, including 12.074 rescues in fires (accounting for 65.7 %), 2.716 underwater rescues (accounting for 15 %), 911 rescues of vehicles (accounting for 5 %), 351 rescues in construction collapses (accounting for 1,9 %), 298 rescues in tunnels, deep wells (accounting for 1.6 %), 331 rescues from height (accounting for 1,8 %), 1.658 rescues for other incidents and accidents (accounting for 9 %) [5]. The force organized evacuation instructions for thousands of people; directly saved 8.542 people, found 4.429 victims' bodies and handed them over to functional forces for handling, etc. [3]. However, the legal system in rescue such as Decree No. 83/2017/ND-CP [2], Circular No. 08/2018/TT-BCA [1] and a number of other legal documents still reveal the incongruity with reality in today's rescue work, specifically: sanctions for handling violations of rescue; regulations on the establishment, management and maintenance of activities of on-site fire force; responsibility for formulating and practicing rescue plans; regulations on fire and rescue for super high-rise buildings, underground works, etc.

In the coming time, it is essential to complete the following issues in the legal system in rescue of the fire police force:

Firstly, it is necessary to continue to study and review the legal system in rescue to quickly develop and supplement circulars guiding the implementation of Decree No. 83/2017/ ND-CP, promulgate new legal documents on rescue in accordance with the situation and conditions of each ministry, industry and locality, ensuring the constitutionality, legitimacy and synchronization of the legal system;

Second, it is necessary to study, develop and promulgate Rescue Law on the basis of codification and synthesis from decrees, circulars in legal documents related to the field of rescue in Vietnam and reference to the rescue laws of other countries around the world. The promulgation of Rescue Law is vital and is an

urgent requirement in both theory and practice. This is because it will ensure conformity with the provisions of the Constitution on human rights, basic rights of citizens; conformity with relevant international treaties to which Vietnam is a contracting party; the goal of protecting human security, safety and social security; contribution to perfecting the legal system in fire and rescue; contribution to raising the legal effect, improving the efficiency of the organization of performing the rescue work; the comprehensiveness, unity and synchronization of rescue work in Vietnam in the coming time.

Thirdly, it is essential to study, amend and supplement a number of articles of Decree No. 83/2017/ND-CP to suit the reality of rescue work, specifically: it is necessary to have documents detailing specific regulations on the responsibilities and duties of agencies, organizations and households in rescue work; documents guiding the establishment and organization of civil defense forces, local fire force and specialized fire force; instructions on equipping fire and rescue vehicles in residential areas; a specific and detailed instruction document on calculating the number of vehicles, organization of making and practicing rescue plans, etc.

Fourth, the regulations of violations in the field of rescue have not been specifically mentioned. Heavy fines have not been imposed, which do not act as a deterrent to violations in the current stage of economic and social development. Therefore, it is necessary to issue other Decrees amending and supplementing Decree 167/2013/ND-CP to specify violations and level of penalties for acts of violating regulations on ensuring safety for rescue;

Fifth, it is essential to study and develop a draft Circular of the Ministry of Public Security stipulating emulation and commendation for organizations and individuals with achievements in fire and rescue to further improve the quality of rescue work;

References

1. Ministry of Public Security (2018), Circular 08/2018/TT-BCA dated March 5, 2018 of the Minister of Public Security stipulating the implementation of a number of articles of Decree No. 83/2017/ND-CP dated July 18, 2017 regulating the rescue work of the fire force, Hanoi.
2. Government (2017), Decree No. 83/2017/ND-CP dated July 18, 2017 stipulating the rescue work of the fire force.
3. Police Department of Fire and Rescue – Ministry of Public Security, Summary report on fire work from 2012 to the end of 2021
4. Phan Manh Ha (2019), Scientific article on some issues raised in the implementation of the provisions of the law on rescue of the Fire and Rescue Police force, Proceedings of the scientific conference "Practice and application of the Law on fire", University of Fire Prevention and Fighting, Hanoi.
5. Prime Minister (2012), Decision No. 44/QĐ-TTg dated October 15, 2012 stipulating the rescue work of the fire force.

О.А. Кузьмина, Т.А. Ломаева, А.И. Фурсов
К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА СИСТЕМЕ МЧС РОССИИ

Предлагаются некоторые направления совершенствования управления охраной труда в системе МЧС России, раскрываются причины этого. Авторы считают целесообразным провести научное исследование, имеющее цель проанализировать существующую систему управления охраной труда в одном из подразделений МЧС России и разработать соответствующую её модель.

Ключевые слова: охрана труда и здоровье, сотрудник ФПС ГПС, система управления охраной труда.

O.A. Kuzmina, T.A. Lomayeva, A.I. Fursov
ON THE ISSUE OF IMPROVING THE OCCUPATIONAL SAFETY
MANAGEMENT SYSTEM OF EMERCOM OF RUSSIA

Some directions of improvement of labor protection management in the EMERCOM system of Russia are proposed, the reasons for this are revealed. The authors consider it expedient to conduct a scientific study aimed at analyzing the existing occupational safety management system in one of the departments of the Ministry of Emergency Situations of Russia and developing its appropriate model.

Key words: occupational safety and health, employee of the FPS GPS, occupational health and safety management system.

В статье 37 Конституции Российской Федерации записано, что "каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены..." [1], и поэтому главное, на что имеет право каждый из нас – это право на труд в условиях, соответствующих актуальным требованиям охраны труда.

Неоспорим тот факт, что охрана труда – это важный элемент социальной политики нашего государства. Именно поэтому в Федеральном законе от 23 мая 2016 года № 141-ФЗ "О службе в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" в статье 11 (пункты 1 и 21 соответственно), содержащей права сотрудников ФПС, на первое место поставлено право сотрудника на "надлежащие условия, необходимые для выполнения служебных обязанностей и профессионального развития", а также на "надлежащие организационно-технические и санитарно-гигиенические условия службы с учётом особенностей службы в федеральной противопожарной службе" [3].

В том же федеральном законе в статье 12 закреплено, что сотрудник ФПС обязан "знать и соблюдать требования охраны труда при осуществлении профессиональной служебной деятельности". Аналогичное требование есть и для других категорий личного состава, проходящего государ-

ственную службу в системе МЧС России (военнослужащие, государственные гражданские служащие) и работников (работники ФПС, спасатели, работники ГИМС), на которых распространяется действие трудового законодательства Российской Федерации. Обеспечить надлежащие условия службы и труда обязан работодатель, поскольку именно он отвечает за безопасность работников, а также руководители, в непосредственном подчинении которых находится личный состав. Однако, несмотря на систематическое обучение руководителей всех уровней по программам повышения квалификации в области охраны труда, переработку инструкций по охране труда и проведение всех видов инструктажей с подчинённым личным составом, наблюдаем весьма нерадужную картину, анализируя статистические данные МЧС России относительно гибели и травматизма личного состава подразделений МЧС России.

Статистические данные свидетельствуют о том, что за первое полугодие 2021 года [4] общее количество происшедших несчастных случаев при исполнении служебных обязанностей в системе МЧС России в сравнении с аналогичным периодом 2020 года увеличилось на 44(!) процента, а количество несчастных случаев с гибелью – на 57(!) процентов. Отмечается рост количества несчастных случаев при проведении спортивных мероприятий, занятий и отработке нормативов, а также при проведении хозяйственных работ. Наибольшее количество несчастных случаев, происшедших при действиях на пожаре, проведении аварийно-спасательных и поисково-спасательных работ обусловлено недостаточной подготовкой личного состава, личной неосторожностью, нарушением требований техники безопасности. Повышение уровня травматизма при проведении спортивных мероприятий, занятий и отработке нормативов связано с недостаточным уровнем организации этих мероприятий и слабой подготовкой задействованного в них личного состава.

Для руководителей всех уровней в МЧС России вопрос охраны труда должен занимать ключевое место при организации деятельности организации. Почему?

Во-первых, экономическая целесообразность. Каждый случай травматизма и гибели – это, бесспорно, чрезвычайное происшествие для подразделения. В случае гибели или травмирования сотрудника речь идёт о ценности конкретного человека с присущими ему знаниями, навыками, опытом. И поэтому пренебрежение правилами безопасности при проведении боевой работы, занятий и других видов работ приводит к невосполнимым потерям, поскольку травмированный человек может длительное время отсутствовать по причине болезни, не выполнять служебные обязанности. А в случае получения увечья или гибели сотрудника и вовсе появляются затраты на поиск нового сотрудника, его подготовку, обучение, адаптацию к службе и т.п.

Во-вторых, дисциплинированность. Руководителю важно правильно организовать работу по обеспечению безопасности при действиях на пожаре, проведении аварийно-спасательных и поисково-спасательных и других видов работ, поскольку это повышает дисциплинированность личного состава, что, в свою очередь, ведёт к повышению производительности труда, исключению несчастных случаев, и, в конечном итоге, к повышению эффективности деятельности подразделений.

В-третьих, отход от формализма. Правильный подход к управлению охраной труда в системе МЧС России, исключение формализма и бумаготворчества в этой работе, грамотное использование методов стимулирования сотрудников дают личному составу необходимое чувство заинтересованности руководства в своих подчинённых, а в конечном итоге это влияет на снижение текучести кадров.

Сказанное выше означает, что проводимая работа по соблюдению требований охраны труда, а также случаи нарушения требований охраны труда и их последствия должны постоянно анализироваться и на этой основе разрабатываться соответствующие мероприятия. А для этого необходимо на разных уровнях управления в системе МЧС России иметь не только службы по охране труда, но и целые системы управления охраной труда (СУОТ). Согласно статье 212 Трудового кодекса Российской Федерации [2], в обязанности руководителя организации входит создание и обеспечение функционирования не просто подразделения по охране труда, а целой системы управления охраной труда в организации. При создании системы управления охраной труда следует исходить из того, что она, как система обеспечения жизни и здоровья личного состава, не должна рассматриваться изолированно, а должна быть совместима или объединена со всеми системами управления организацией.

Создание эффективной системы управления охраной труда в организациях МЧС России, по мнению авторов, невозможно без проведения специального научного исследования. Например, в рамках магистерской диссертации целесообразно провести анализ существующей системы управления охраной труда в одном из Главных управлений МЧС России по субъекту Российской Федерации, выявить недостатки и разработать соответствующую модель СУОТ. При этом модель СУОТ можно построить, используя законодательные и другие нормативные правовые акты в этой области, а также опыт других организаций. Положительный опыт внедрения можно будет перенять и другим Главным управлениям МЧС России.

Литература

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.) (с учётом поправок, внесённых Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 5.02.2014 № 2-ФКЗ, от 1.07.2020 № 11-ФКЗ) // Собрание законодательства РФ, 1.07.2020, № 31, ст. 4398.

2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 2.08.2020) // "Российская газета", № 256, 31.12.2001.

3. Федеральный закон от 23 мая 2016 г. № 141-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "О службе в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2021).

4. Письмо МЧС России от 23 апреля 2021 г. № М-АГ-99 "Анализ травматизма и гибели личного состава МЧС России за 1 полугодие 2021 года".

О.А. Кузьмина

РОЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ВОЛЕВОЙ СФЕРЫ ЛИЧНОСТИ СОТРУДНИКОВ ФПС ГПС ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ

Рассмотрен вопрос о целесообразности изучения волевой сферы личности сотрудника федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы (ФПС ГПС) МЧС России в рамках совершенствования организации мероприятий по профессиональной подготовке (физической подготовке). Представлены результаты исследования уровня волевой саморегуляции сотрудников ФПС ГПС.

Ключевые слова: воля, сотрудник ФПС ГПС, профессиональная подготовка пожарных.

O.A. Kuzmina

THE ROLE OF STUDYING THE VOLITIONAL SPHERE OF THE PERSONALITY OF FPS GPS EMPLOYEES IN ORGANIZING PROFESSIONAL TRAINING EVENTS

The article considers the question of the expediency of studying the volitional sphere of the personality of an employee of Federal Fire Service of the State Fire Service (FPS GPS) of EMERCOM of Russia in the framework of improving the organization of professional training activities (physical training). The results of the study of the level of volitional self-regulation of the staff of the FPS GPS are presented.

Key words: volition, employee of the FPS GPS, professional training of firefighters.

Волевая сфера личности сотрудников федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы (ФПС ГПС) МЧС России во многом развивается и совершенствуется благодаря комплексному воздействию всех элементов профессиональной подготовки. Волевая подготовка является одним из важнейших моментов в занятиях спортом и физической культурой, поскольку именно они как нельзя лучше формируют целостную систему волевых качеств личности.

Волевые процессы личности являются приобретёнными, поскольку формируются в процессе развития личности, и во многом в дальнейшем определяют способность индивида преодолевать препятствия на пути к поставленной цели. При занятиях физической подготовкой в воспитании волевых качеств основную роль играет преодоление постепенно возрастающих трудностей. Формируются такие качества, как настойчивость, упорство, целеустремлённость, дисциплинированность, воля к победе, уверенность в своих силах. Волевые качества также самостоятельном выполнении заданий преподавателя/тренера, в преодолении трудностей, способностью справиться с состоянием фрустрации, возникающем на тренировках и соревнованиях, настроенностью на результат.

В спортивной психологии серьёзное внимание уделяется психологической составляющей профессиональной подготовки спортсмена, на что указывают исследования Л.Н. Акимовой, А.Ц. Пуни, А.Н. Гогунова, а также зарубежных коллег (например, Брайента Жд. Кретти). Много раз были предприняты попытки классифицировать волевые качества спортсменов (горизонтальная структура и вертикальная структура), в том числе с опорой на вид спортивной деятельности. Так, например, у представителей стайерских видов спорта в структуре волевых качеств в качестве центрального звена выделяются настойчивость и упорство, у специализирующихся в видах спорта с повышенной степенью риска (например, прыжки на лыжах с трамплина) – смелость и решительность, у гимнастов – выдержка и самообладание [2]. Соответственно, различаются и подкрепляющие звенья.

Если говорить о физической подготовке сотрудников ФПС ГПС, то важной задачей можно считать формирование высокого уровня физической готовности к работе в сложных условиях и формирование высокого уровня психологической устойчивости, в том числе волевой саморегуляции. Понятно, что важной задачей физической подготовки является и хорошая психологическая подготовленность – это умение владеть собой, способность полностью сосредоточиться на выполняемой задаче, не поддаваться отрицательным воздействиям, быть готовым к борьбе.

Практическими средствами и способами самовоспитания воли могут служить фактически все формы её активности по преодолению трудностей, связанные как с внешне выраженной самостоятельной мобилизацией, так и с внутренними самоограничениями. Мобилизовать внутренние силы для достижения трудной цели помогают различные приёмы, например, самоприказы (использование внутренней речи в форме команд, подлежащих беспрекословному выполнению); взятие на себя инициативы в выполнении особенно трудных заданий, а также выполнение физических упражнений или заданий при неблагоприятных погодных условиях. При этом важно как сам сотрудник оценивает степень ответственности за свои удачные и неудачные результаты.

С целью грамотного методического планирования занятий по физической подготовке представляется целесообразным провести исследование, посвящённое изучению уровня локуса контроля у сотрудников ФПС ГПС. Локус контроля – это характеристика волевой сферы человека, отражающая его склонность приписывать ответственность за результаты своей деятельности внешним силам или собственным способностям и усилиям. Согласно теории Д. Риттера [1], выделяют два вида локуса контроля. Приписывание ответственности за результаты своей деятельности внешним силам получило название экстерналичного (внешнего) локуса контроля, а приписывание ответственности собственным способностям и усилиям – интерналичного (внутреннего) локуса контроля.

С целью грамотного планирования при организации процесса физической подготовки сотрудников ФПС ГПС целесообразно использовать результаты экспресс-тестирования. В исследовании по изучению локуса контроля и волевой сферы личности приняло участие 12 человек из числа переменного состава Академии ГПС МЧС России, группа гомогенна (мужчины в возрасте 20 лет). Цель: определить локус субъективного контроля. Используемые методики: беседа, тест-опросник, разработанный Е.Ф. Бажиным на основе шкалы локуса контроля Джулиана Роттера (методика исследования уровня субъективного контроля (УСК)).

Представим краткую характеристику каждого уровня. При низком уровне интернальности люди мало прослеживают связь между своими поступками и значимыми для них событиями жизни. Они считают, что не в состоянии контролировать развитие таких событий, поскольку уверены, что большинство событий зависит от случая или действия других людей. Поэтому "экстерналы" эмоционально неустойчивы, склонны к неформальному общению и поведению, имеют низкий уровень самоконтроля, но высокую степень напряжённости.

Высокий уровень интернальности свидетельствует о высоком уровне субъективного контроля над любыми значимыми ситуациями. Люди, имеющие такой локус контроля, уверены, что большинство важных событий явились результатом их собственных действий, что они могут управлять. Также они чувствуют ответственность и за эти события, и за то, как складывается их жизнь в целом. "Интерналы" с высокими показателями субъективного контроля обладают эмоциональной стабильностью, упорством, решительностью, для них характерны коммуникабельность, высокий уровень самоконтроля.

Средний уровень интернальности характерен для большинства людей. Особенности их субъективного контроля могут несколько изменяться в зависимости от того, представляется ли человеку ситуация сложной или простой, приятной или неприятной. Но хотя их поведение и психологическое чувство ответственности за него зависит от конкретных социаль-

ных ситуаций, всё же можно и у них установить преобладание того или иного вида локуса контроля. Получение в ходе тестирования результаты дают представление об уровне развития волевой сферы личности сотрудников ФПС ГПС в рамках изучаемого вопроса (табл. 1).

Таблица 1

Результаты изучения волевой сферы личности сотрудников ФПС ГПС

№ п/п, участники	Волевая саморегуляция			Интернальность (Ио)
	Общая шкала	Настойчивость	Самообладание	
1	Высокий /14	Высокий /10	Высокий /8	Средний/23
2	Высокий /21	Высокий /13	Высокий /11	Средний/32
3	Высокий /21	Высокий /13	Высокий /12	Высокий /40
4	Высокий /21	Высокий /11	Высокий /11	Высокий /34
5	Высокий /21	Высокий /13	Высокий /12	Средний/31
6	Высокий /21	Высокий /13	Высокий /12	Высокий /33
7	Высокий /21	Высокий /13	Высокий /11	Средний/30
8	Высокий /19	Высокий /11	Высокий /12	Высокий /38
9	Высокий /20	Высокий /12	Высокий /11	Средний/32
10	Высокий /20	Высокий /12	Высокий /11	Высокий /36
11	Высокий /21	Высокий /12	Высокий /11	Средний/30
12	Высокий /22	Высокий /15	Высокий /12	Средний/31

В обобщённом виде можно представить результаты следующим образом: 100 % испытуемых являются интерналами, при этом средний уровень интернальности характерен для 58,3 % (7 человек) испытуемых, а высокий уровень наблюдается у 41,6 % (5 человек) испытуемых. Это свидетельствует о том, что испытуемые способны отвечать за свои действия, имеют положительную самооценку, обладают определенной социальной зрелостью, самостоятельностью, имеют активную жизненную позицию. Полученные результаты позволяют сделать положительный прогноз в отношении дальнейшего развития личности испытуемых и их установку на ответственность за свои результаты при выполнении различных заданий.

При этом стоит учесть, что локус контроля может изменяться с течением времени, поэтому особое внимание стоит уделить вопросам личностного развития сотрудников МЧС России. К лицам с интернальным локусом контроля целесообразно уделять больше внимания при проведении занятий по физической подготовке.

Также в этой группе было проведено исследование, целью которого являлось определение уровня развития волевой саморегуляции. Для диагностики был использован тест-опросник А.В. Зверькова и Е.В. Эйдмана [4]. Цель – определение уровня развития волевой саморегуляции, который может быть охарактеризован в целом и отдельно по таким свойствам, как настойчивость и самообладание.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что все испытуемые продемонстрировали достаточно высокие показатели по всем трём шкалам, намного превысив средние значения. Это сообщает о том, что у всех респондентов сформирована эмоциональная зрелость, активность, самостоятельность. Как правило, такие люди хорошо рефлексиируют личные мотивы при планировании деятельности, умеют распределять усилия и способны к контролю своих действия, стремятся к позитивной направленности в межличностных взаимоотношениях. В предельных случаях у них возможно нарастание внутренней напряжённости, что объясняется стремлением проконтролировать каждый нюанс собственного поведения, а также тревогой по поводу малейшей его спонтанности. Будет справедливо отметить, что низкий балл наблюдается у людей чувствительных, эмоционально неустойчивых, ранимых, неуверенных в себе. Низкий балл не набрал никто в группе испытуемых.

Оценивая респондентов по субшкале "настойчивость", наблюдаем довольно высокие показатели, соответственно, приходим к выводу, что все без исключения респонденты характеризуются как активно стремящиеся к выполнению поставленной цели. Стоит сказать, что низкие значения по данной шкале свидетельствуют о повышенной лабильности, неуверенности, импульсивности. Низкие значения в проведённом исследовании не продемонстрировал никто из испытуемых.

Субшкала "самообладание" отражает уровень произвольного контроля эмоциональных реакций и состояний. Все испытуемые продемонстрировали очень высокий балл. При этом стоит отметить, что высокий балл по данной субшкале набирают люди эмоционально устойчивые, хорошо владеющие собой в различных ситуациях. Характерное для них внутреннее спокойствие, уверенность в себе, своих силах освобождает от страха перед неизвестностью, повышает готовность к восприятию как нового, так и неожиданного.

Вместе с тем стремление к постоянному самоконтролю, чрезмерное сознательное ограничение спонтанности может приводить и к повышению внутренней напряжённости, преобладанию постоянной озабоченности и утомляемости. Социальная желательность высоких показателей по данной шкале, как считают авторы методики [4], неоднозначна. Высокие уровни развития волевой саморегуляции могут быть связаны с проблемами в организации жизнедеятельности и отношениях с людьми. В данном исследовании наблюдаем у 41,6 % (5 человек) максимальный балл по данной субшкале.

Полученные в ходе тестирования результаты дают представление об уровне развития волевой сферы личности сотрудников ФПС ГПС, что позволяет иметь возможность корректировать программу физической подготовки сотрудников.

Литература

1. Бодалев А.А., Пантилеев С.Р., Столин В.В. Локус контроля и конформность // Психологос. Энциклопедия практической психологии. <https://www.psychologos.ru/articles/view/lokus-kontrolya-i-konformnost>
2. Гогунев Е.Н., Мартьянов Б.И. Психология физического воспитания и спорта: учеб. пос. для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: изд. центр. "Академия", 2000. 288 с.
3. Жаров К.П. Волевая подготовка спортсменов. М.: Физкультура и спорт. 1976. 151 с.
4. Зверьков А.В., Эйдман Е.В. Исследование волевой саморегуляции: психологический практикум // Психологический образовательный сайт. <https://psylist.net/praktikum/00417.htm>

А.А. Федосеев, А.В. Соловьева

ФОРМИРОВАНИЕ ВЕДОМСТВЕННОГО КАДРОВОГО РЕЗЕРВА В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ОРГАНЕ МЧС РОССИИ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СОТРУДНИКОВ

Анализируются ключевые подходы по формированию ведомственного кадрового резерва в территориальном органе МЧС России, рассматривается проблема профессионального развития сотрудников, состоящих в резерве, представляется модель формирования кадрового резерва в территориальном органе МЧС России.

Ключевые слова: кадровый резерв, профессиональное развитие сотрудников, формирование кадрового резерва.

A.A. Fedoseyev, A.V. Solovyeva

FORMATION OF A DEPARTMENTAL PERSONNEL RESERVE IN THE TERRITORIAL BODY OF THE EMERCOM OF RUSSIA AND PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF EMPLOYEES

The article analyzes the key approaches to the formation of a departmental personnel reserve in the territorial body of the EMERCOM of Russia, considers the problem of professional development of employees who are in the reserve, presents a model for the formation of a personnel reserve in the territorial body of the EMERCOM of Russia.

Key words: personnel reserve, professional development of employees, formation of a personnel reserve.

Одними из актуальных проблем кадрового обеспечения в территориальном органе МЧС России являются совершенствование механизма формирования резерва руководящих кадров, форм и методов работы по профессиональному развитию сотрудников, состоящих в резерве.

В настоящее время кадровыми подразделениями проводится определенная работа по формированию резерва. При этом, не отрицая накопленного положительного опыта в данной области, приходится констатировать отсутствие четкой, стройной и эффективной системы. Формирование кадрового резерва, его структура, подготовка и оценка готовности кандидатов к выдвижению на руководящие должности не решает полностью проблемы резерва кадров.

Проведённый анализ показал, что происходит это в силу ряда причин:

- формирование действенного резерва носит стихийный характер и не планируется на перспективу;
- отсутствие методики отбора сотрудников для включения в ведомственный резерв;
- отсутствие альтернативности принятия решения по отбору кандидатов для включения в кадровый резерв (субъективизм, скоропалительность, протекционизм в принятии решений о включении в резерв);
- не определена чёткая система показателей, критериев и требований для включения кандидата в резерв;
- неиспользование должностными лицами управления и кадровыми подразделениями современных методов, алгоритмов решения задач при формировании резерва [4, с. 221].

Процесс формирования ведомственного кадрового резерва регламентируется приказом МЧС России от 12 сентября 2017 г. № 379 "Об утверждении Порядка формирования кадрового резерва в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы". К кандидатам, претендующим на включение в ведомственный кадровый резерв, предъявляются следующие требования:

- опыт работы по предполагаемому виду деятельности;
- соответствие уровня имеющегося образования квалификационным требованиям по предполагаемой к замещению должности;
- возраст сотрудника ФПС ГПС (Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы) с учётом возрастных ограничений, установленных законодательством Российской Федерации для специального звания по предполагаемой должности;
- готовность к перемещению в интересах службы в другую местность;
- морально-психологическое состояние кандидата;
- результаты служебной деятельности, личные и деловые качества сотрудника ФПС ГПС;
- состояние здоровья [2, ст. 9].

Как показывает анализ деятельности кадровых органов, недостаточно лишь сформировать резерв кадров, отобрав в него наиболее перспективных кандидатов на руководящие должности. Необходима планомерная и кропотливая работа, направленная на обеспечение качественной и интенсивной подготовки каждого сотрудника к самостоятельной деятельности на новом, более высоком уровне.

В соответствии с разделом IV "Организация профессионального развития сотрудников, включённых в кадровый резерв" приказа МЧС России от 12 сентября 2017 г. № 379 "Об утверждении Порядка формирования кадрового резерва в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы", сотрудник ФПС ГПС, включённый в кадровый резерв под руководством непосредственного руководителя, составляет индивидуальный план профессионального развития, включающий мероприятия по совершенствованию теоретических знаний и практических навыков, необходимых для замещения должностей младшего, среднего и старшего начальствующего состава, в порядке должностного роста [2, ст. 23].

В индивидуальном плане профессионального развития сотрудника, включённого в кадровый резерв, предусматриваются следующие мероприятия:

- участие в работе совещаний, учебно-методических сборах, научно-практических конференциях;
- обучение в государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования Российской Федерации, дополнительное образование, переподготовка и повышение квалификации, в том числе в образовательных организациях МЧС России;
- мероприятия по проверке знаний, умений и навыков, необходимых по планируемой к замещению должности младшего, среднего или старшего начальствующего состава [2, ст. 25].

Проведённый опрос руководителей подразделений, сотрудников, включённых в кадровый резерв, показал, что работа по профессиональному развитию далека от совершенства. По мнению 44 % респондентов данная работа является скорее неэффективной, 36 % отметили частичную эффективность, совершенно неэффективной её признали 17 % опрошенных, и только 3 % признали работу вполне эффективной.

Респонденты выделили следующие проблемы при организации профессионального развития сотрудников, состоящих в резерве:

- отсутствие организационно-методического сопровождения, рекомендаций при организации профессионального развития сотрудников (83 % опрошенных);
- профессиональное развитие сотрудников осуществляется традиционными и малоэффективными методами (изучение нормативных актов и должностных обязанностей, подготовка планирующих и отчётных документов, исполнение обязанностей в отсутствие руководителя и другие мероприятия текущей работы) (89 % опрошенных);
- отсутствие апробированного перечня мероприятий по профессиональному развитию (95 % опрошенных);

- отсутствие психологической подготовки сотрудников, состоящих в резерве руководящих кадров (79 % опрошенных);

- отсутствие объективной системы оценки достижения сотрудниками определенного уровня профессионального развития (91 % опрошенных);

низкая вовлеченность руководителей подразделений в процесс профессионального развития сотрудников (72 % опрошенных).

Выявив проблемы при организации профессионального развития ведомственного кадрового резерва МЧС России, сформулируем ряд системных, на наш взгляд, мер, необходимых для совершенствования данного направления деятельности:

1. Необходимо разработать и утвердить в установленном порядке Положение по профессиональному развитию сотрудников, включённых в ведомственный кадровый резерв, где должен быть определен порядок осуществления профессионального развития, типовой индивидуальный план профессионального развития, перечень обязательных мероприятий, методику оценки готовности резервиста для назначения на должности.

2. Создать на сайте МЧС России единый специализированный информационный ресурс, который создаст условия для самостоятельного непрерывного профессионального развития. Данный ресурс, на взгляд авторов, должен включать разделы:

- нормативно-правовое обеспечение;

- материалы для самостоятельного изучения сотрудниками (обучающие материалы, библиотека лучших практик, информационные ресурсы);

- тесты для самостоятельной оценки.

3. Внедрение новых форм профессионального развития для резервистов, таких как:

- стажировка в территориальных органах, занявших по итогам работы за год ведущие места в системе МЧС России или в подразделениях, сотрудники которого победили в конкурсе "Лучший по профессии";

- выполнение соответствующей проектной работы и внедрение её в служебную деятельность подразделения, в которое планируется назначение;

- внедрение в практику размещение на ведомственном сайте территориального органа (организации) индивидуальных планов профессионального развития, отчётов о реализации;

- организация и проведение тематических обучающих встреч (в режиме видеоконференции) с руководителями центрального аппарата и территориальных органов МЧС России, образовательных и иных организаций и учреждений МЧС России;

- проведение ведомственных коммуникационных мероприятий (форум, конференция, круглый стол) для сотрудников, состоящих в резерве;

- проведение углублённой психологической подготовки будущих руководителей территориального органа (например, тренинги публичных выступлений, тренинг общения в группе, консультирование по проблемам вступления в должность, подготовка коллектива к приходу нового руководителя и др.);

- проведение итоговой оценки профессиональной подготовки сотрудников.

На основе полученных результатов исследования, была разработана модель формирования кадрового резерва в территориальном органе МЧС России (рис. 1).

В соответствии с представленной моделью работа по формированию кадрового резерва включает четыре этапа.

На первом этапе определяется потребность территориального органа МЧС России в ведомственном резерве на три года. На данном этапе осуществляется расчёт оптимальной численности резерва.

Для этого определяется фактическая численность имеющегося на данный период резерва, рассчитывается потребность в кадрах на всех уровнях на ближнюю и более дальнюю перспективу, учитывается примерное число сотрудников, выбывающих из резерва по разным причинам (увольнение, переезд и т.п.). Правильно рассчитав численность кадрового резерва, территориальный орган МЧС России избавляется от кадрового голода.

На втором этапе происходит реализация представленного ранее алгоритма отбора и оценки кандидатов для включения в ведомственный кадровый резерв.

На третьем этапе осуществляется профессиональное развитие резервистов с учётом вышеуказанных предложений по его совершенствованию.

На четвёртом этапе происходит оценка готовности резервистов к назначению на руководящую должность.

Для объективной оценки эффективности работы с кадровым резервом, необходимо применять количественные показатели, такие как, текучесть резерва, среднее время нахождения в резерве, сроки подготовки к выполнению новых обязанностей. Для оценки сотрудников, состоящих в резерве возможно применение сравнительного анализа результатов служебной деятельности, реализация проектных работ, процент выполнения индивидуального плана профессионального развития [5, с. 81-84].

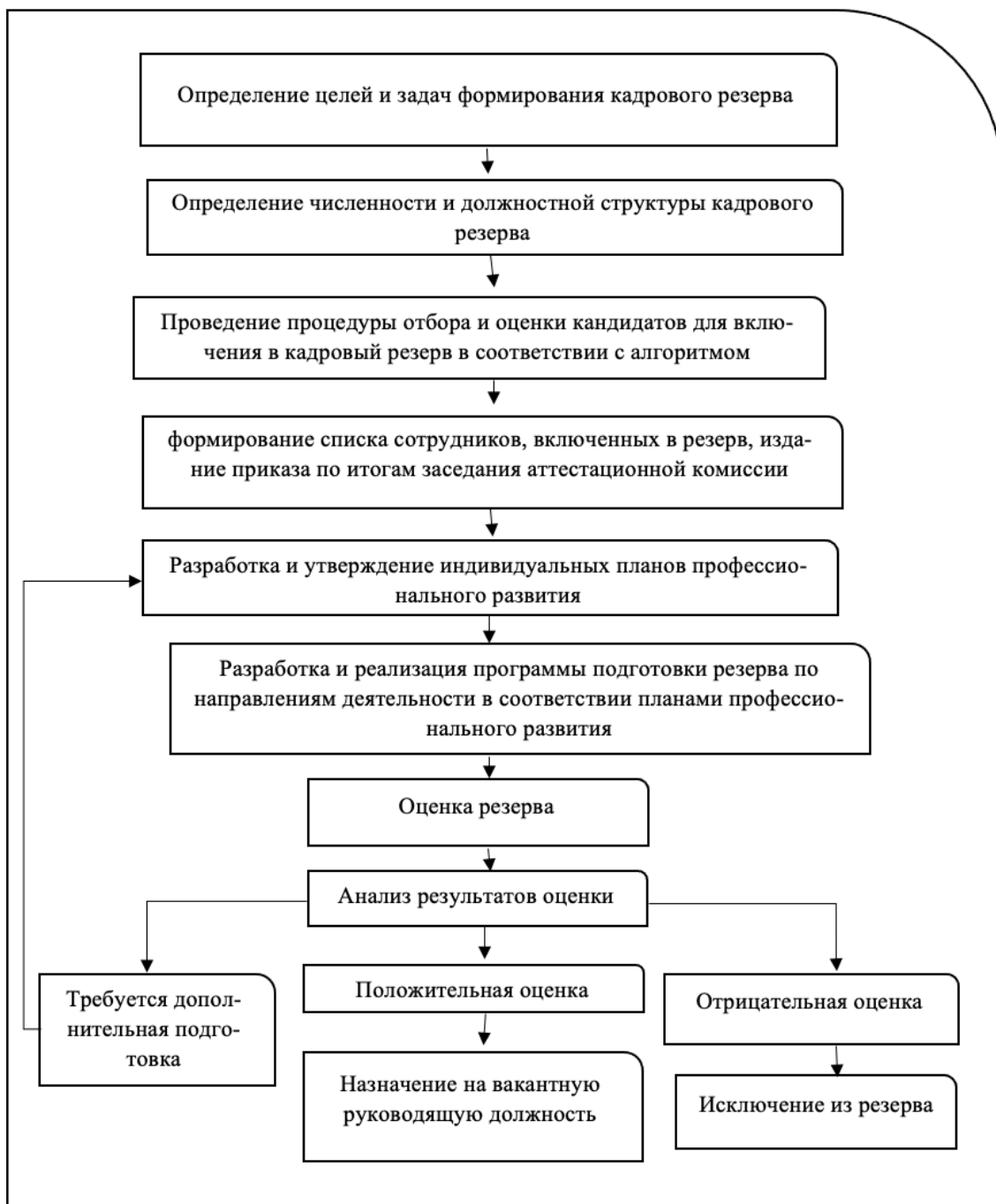


Рис. 1. Модель формирования ведомственного кадрового резерва в территориальном органе МЧС России

Реализация рассмотренных мероприятий позволит существенно повысить уровень профессиональной подготовки будущих руководителей, что будет стимулировать не только успешное функционирование каждого структурного подразделения территориального органа, но и перспективное развитие системы МЧС России в целом.

Литература

1. Федеральный закон от 23 мая 2016 г. № 141-ФЗ "О службе в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".
2. Приказ МЧС России от 12 сентября 2017 г. № 379 "Об утверждении Порядка формирования кадрового резерва в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы".
3. Борщевский Г.А., Калмыков Н.Н. Современные приоритеты профессионального развития государственных служащих // Искусство управления. 2017. Т. 9. № 1. С. 550-569.
4. Чумаченко А.П., Исаев А.В., Гришаев А.В. Анализ факторов, влияющих на функционирование системы формирования кадрового резерва в условиях реформирования МЧС России // ГосРег: государственное регулирование общественных отношений. 2020. № 1 (31). С. 220-227.
5. Чумаченко А.П., Исаев А.В., Гришаев А.В. Разработка предложений по отбору кандидатов для включения в кадровый резерв в территориальном органе МЧС России // ГосРег: государственное регулирование общественных отношений. 2020. № 2 (32). С. 66-85.

А.А. Безвесильная, О.В. Саяпин

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ МЧС РОССИИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ "ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА"

Рассмотрены основные на данный момент особенности разработки программных систем учебного назначения выпускниками Академии гражданской защиты МЧС России по направлению подготовки "Информатика и вычислительная техника", а также структура и содержательная часть типовой выпускной квалификационной работы, выполняемой на заключительном курсе обучения в Академии.

Ключевые слова: программная система, выпускная квалификационная работа, образовательная программа.

A.A. Bezvesilnaya, O.V. Sayapin

THE EXPERIENCE OF ORGANIZING THE TRAINING OF GRADUATES OF ACADEMY OF CIVIL PROTECTION OF EMERCOM OF RUSSIA IN THE DIRECTION "INFORMATICS AND COMPUTER TECHNOLOGY"

The article discusses the main features of the development of software systems for educational purposes by graduates of the Academy of Civil Protection of EMERCOM of Russia in the field of training "Informatics and Computing Machinery", as well as the structure and content of the standard final qualification work performed in the final course of study at the Academy

Key words: program system, final qualification work, educational program.

В Академии гражданской защиты МЧС России реализуется четыре образовательные программы по укрупнённой группе направлений подготовки (УГНП) 09.00.00 "Информатика и вычислительная техника" [1]. Три из них направлены на подготовку бакалавров и одна – на подготовку магистров. Обучение курсантов и студентов по данным программам завершается написанием и защитой выпускной квалификационной работы (ВКР).

В ходе реализации этого блока учебных планов научно-преподавательский состав выпускающих кафедр и обучающиеся по кафедрам ИТ-профиля руководствуются требованиями федеральных образовательных стандартов последнего поколения, профессиональными стандартами, образовательными программами, квалификационными требованиями к выпускникам, а также локальными нормативными актами.

В соответствии с требованиями федеральных стандартов по УГНП "Информатика и вычислительная техника" области и сферы профессиональной деятельности выпускников связаны с исследованием, проектированием, разработкой, внедрением и эксплуатацией вычислительной техники, а также информационных систем и технологий.

Рассмотрим немного статистики. Всего в Академии за примерно один аккредитационный период по УГНП "Информатика и вычислительная техника" было выполнено более 250 ВКР. Порядка двух третей из них приходится на направление "Информационные системы и технологии" (рис. 1).

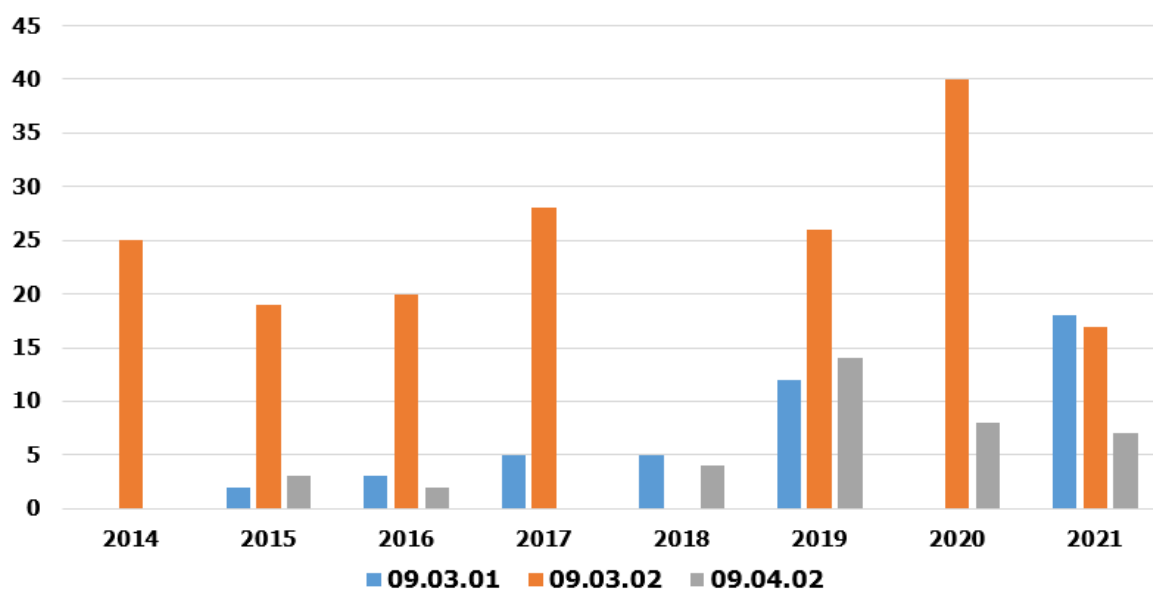


Рис. 1. Количество ВКР, выполненных по УГНП 09.00.00 "Информатика и вычислительная техника"

Примерно 20 % разработанных за данный период ВКР, являются заданными (заказными) и выполнялись или выполняются в интересах территориальных и центральных органов управления МЧС России, спасательных центров, а также производственных предприятий. Причём количество заданных ВКР в последние годы имеет тенденцию к увеличению (рис. 2).

В МЧС России распространена практика ежегодной подготовки заданных тем ВКР всеми органами управления и предоставления их в Академию в начале учебного года. Кроме того, обучающиеся выпускного курса с помощью своих руководителей могут самостоятельно находить организации, в интересах которых будут выполняться ВКР.

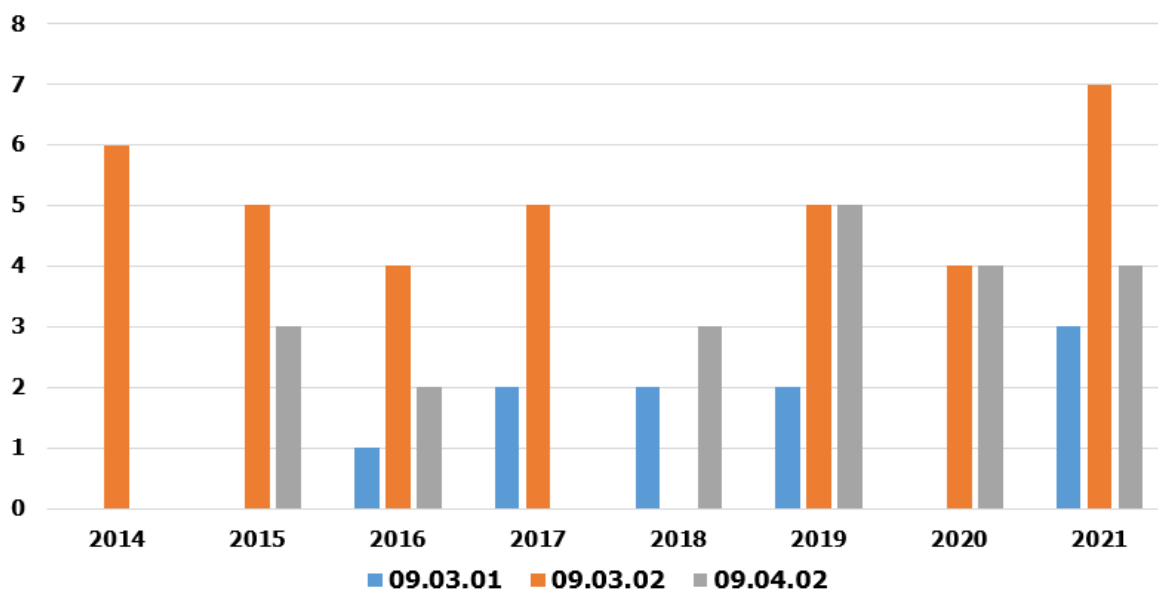


Рис. 2. Количество заказных ВКР, выполненных по УГНП 09.00.00 "Информатика и вычислительная техника"

По своей тематике ВКР по УГНП "Информатика и вычислительная техника" в основном выполняются в интересах РСЧС, ГО, а также в рамках научной и образовательной деятельности (НиОД), реализуемых в Академии (рис. 3).

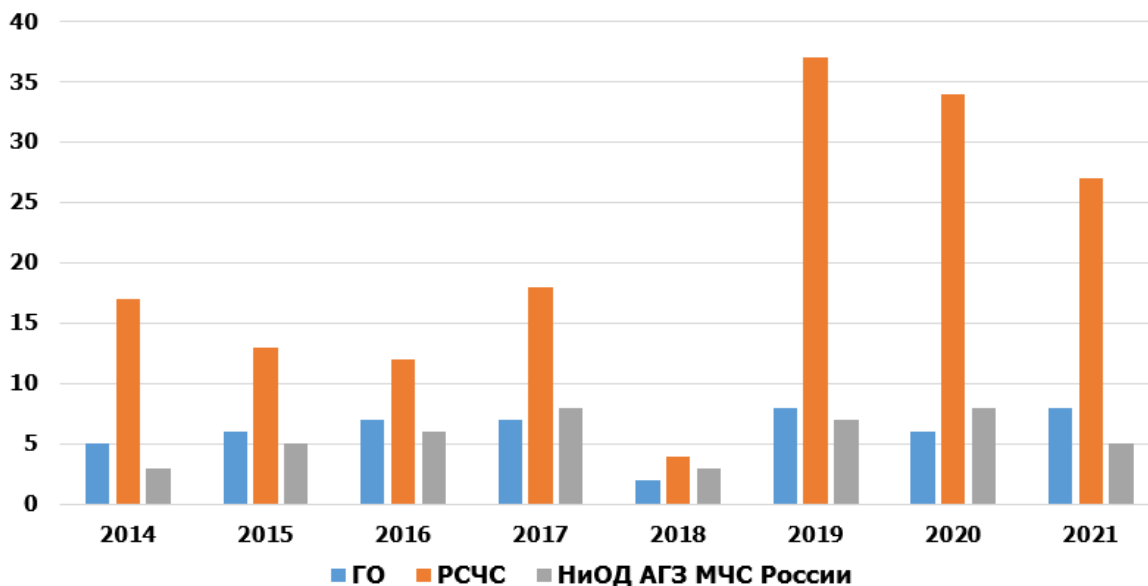


Рис. 3. Количество ВКР, выполненных в интересах ГО, РСЧС и НиОД Академии гражданской защиты МЧС России по УГНП 09.00.00 "Информатика и вычислительная техника"

Образовательный процесс на выпускном курсе на примере программы для направления подготовки "Информатика и вычислительная техника" выстроен таким образом, чтобы максимально реализовать формирование компетенций, необходимых для качественного написания ВКР. Это дисциплины, связанные с проектированием и документированием программных систем, их сборкой и выпуском, выполнением курсовых работ по теме будущей ВКР, а также дисциплин, связанных с тестированием и управлением качеством программного обеспечения и управлением программными проектами. В заключительном семестре обучающиеся проходят производственную практику, а также выполняют научно-исследовательскую работу, которые также связаны с тематикой будущей ВКР. Венцом обучения является выполнение и защита ВКР, которыми завершается календарный учебный график выпускников.

Все перечисленные факторы предъявляют ряд требований к тематике и структуре ВКР, выполняемых на кафедре информатики и вычислительной техники Академии.

Темы ВКР, выполняемые выпускниками по кафедре связаны с разработкой программных систем и мобильных приложений в интересах должностных лиц органов управления МЧС России, автоматизирующие решение задач, например, прогнозирования разлива рек, мониторинга уровня загрязнений атмосферного воздуха, оценки социального риска ЧС, оценки последствий аварий на химически-опасных объектах и многих других.

Структура ВКР по направлению информатики и вычислительной техники является типовой и состоит из введения, трёх глав, заключения, перечня использованных источников и приложения.

В первой главе излагаются результаты анализа деятельности должностных лиц органа управления МЧС России в интересах которых разрабатывается программная система. Здесь же формулируются требования, которые предъявляются к разработке.

Вторая глава носит проектный характер. В ней излагаются результаты разработки моделей функционирования и базы данных программной системы [2, с. 4].

Результаты разработки программной системы, а также порядок её применения и оценки эффективности представляются в третьей главе.

В ходе анализа, проектирования и разработки программной системы используется определенный инструментарий.

В качестве примера рассмотрим основные результаты ВКР, выполненной выпускником Академии по направлению "Информатика и вычислительная техника" Праздничным Сергеем Валерьевичем в 2019 г. Тема его ВКР связана с автоматизацией процессов планирования и контроля мероприятий информационно-технического сопровождения совещательных

органов в системе МЧС России. В ходе написания ВКР были определены цель, задачи, объект и предмет исследования. В ВКР выпускник проанализировал деятельность должностных лиц управления (подготовки и сопровождения федеральных мероприятий), разработал схемы информационных потоков и процессов с использованием международных стандартов и инструментальных средств. Далее были сформулированы функциональные и нефункциональные требования к разработке, а также разработана модель функционирования системы с использованием стандартов UML и BPMN.

Дипломник спроектировал модель базы данных системы, обосновал использование инструментальных средств разработки и выполнил разработку программной системы в виде веб-приложения с использованием СУБД MySQL, языков HTML, PHP, Javascript.

В ходе написания и защиты ВКР выпускники готовят ряд документов: это пояснительная записка, презентация, справка о результатах проверки на наличие заимствований, отзыв руководителя ВКР, рецензия на ВКР в определенных случаях, а также акт об апробации полученных результатов.

Таким образом:

1. Все ВКР, связанные с разработкой программных систем учебного назначения выпускниками Академии гражданской защиты МЧС России по УГНП 09.00.00, носят проектный характер.

2. В ходе выполнения ВКР разрабатываются элементы технического задания, технического и рабочего проектов.

3. Использование в ходе выполнения ВКР широкого спектра инструментальных средств, автоматизирующих процесс проектирования и разработки программных систем.

4. Результаты разработки программных систем демонстрируются выпускниками в ходе защиты ВКР.

5. Приветствуется апробация полученных результатов разработки программных систем.

6. Программные системы, разработанные выпускниками при выполнении заказных ВКР, применяются в организациях Заказчика.

Литература

1. Официальный сайт Академии гражданской защиты МЧС России. Об Академии. https://amchs.ru/about_the_university/

2. Ромашкова О.Н., Чискидов С.В. Методологии и технологии проектирования информационных систем: учеб.-метод. пос. Часть 1. М.: МГПУ, 2020. 120 с.

С.В. Чискидов, А.А. Безвесильная

ОПЫТ ПРОЕКТНОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ МЧС РОССИИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ "ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ"

Изложены основные результаты применения инструментария проектирования и разработки учебных информационных систем, отрабатываемых в рамках подготовки выпускных квалификационных работ на кафедре информационных систем и технологий Академии гражданской защиты МЧС России по направлению подготовки "Информационные системы и технологии в области гражданской обороны".

Ключевые слова: информационная система, модель функционирования, база данных, проектирование.

S.V. Chiskidov, A.A. Bezvesilnaya

EXPERIENCE OF PROJECT TRAINING OF CADETS OF ACADEMY OF CIVIL PROTECTION OF EMERCOM OF RUSSIA IN THE DIRECTION OF "INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES"

The article presents the main results of the application of the tools for designing and developing educational information systems, which are developed in the framework of the preparation of the final qualification works at the Department of Information Systems and Technologies by the Academy of Civil Protection of EMERCOM of Russia graduates in the training profile "Information systems and technologies in the field of civil defense".

Key words: information system, functioning model, database, designing.

В Академии гражданской защиты МЧС России на кафедре информационных систем и технологий (ИСиТ) факультета (инженерного) реализуется три образовательные программы по направлению подготовки (НП) "Информационные системы и технологии". Две из них направлены на подготовку бакалавров и одна – на подготовку магистров [1]. Обучение курсантов и студентов по данным программам завершается написанием и защитой выпускной квалификационной работы (ВКР).

Опыт применения инструментария проектирования и разработки учебных информационных систем на кафедре ИСиТ Академии сформировался на протяжении последних семи лет и тесно связан с тематикой выполняемых ВКР, а также их структурой [2, с. 35].

Темы ВКР, выполняемые выпускниками по кафедре ИСиТ связаны с разработкой информационных систем и мобильных приложений в интересах должностных лиц органов управления МЧС России, автоматизирующие решение задач, например, прогнозирования неблагоприятной гидрологической обстановки; планирования и учёта эвакуационных мероприятий на производственном предприятии; поддержки процесса проведения мобилизационной тренировки; контроля и оценки деятельности личного состава; регистрации и обработки заявок на техподдержку пользователей вычислительной сети и многих других.

Структура ВКР обучающихся по НП информационных систем и технологий является типовой. Она состоит из введения, трёх глав, заключения, перечня использованных источников, а также приложения.

Первая глава включает результаты анализа деятельности должностных лиц органа управления МЧС России в интересах которых разрабатывается информационная система. Здесь же формулируются требования, которые предъявляются к её разработке.

Результаты проектирования информационной системы (ИС) обучающиеся представляют во второй главе. После обоснования выбора методов и средств проектирования ИС, в эту главу помещаются результаты разработки моделей функционирования и базы данных ИС.

Результаты разработки ИС, а также порядок её применения и оценки эффективности представляются в третьей главе.

В ходе анализа, проектирования и разработки ИС используются определенные инструментальные средства. В структуре ВКР все главы включают в себя параграфы, в которых в той или иной степени излагаются результаты применения соответствующего инструментария.

В первой главе ВКР на этапе исследования существующих процессов, связанных с деятельностью должностных лиц органов управления МЧС России при решении поставленных задач, сложилась практика использования структурного системного анализа. Он базируется на методах функционального моделирования и инструментальном средстве ERWin Process Modeler. Эта программа:

- автоматизирует этапы моделирования, анализа, документирования и оптимизации бизнес-процессов различного назначения;
- позволяет генерировать отчёты с результатами моделирования;
- служит основой для выявления функциональных требований к ИС.

ERWin Process Modeler лёгок в понимании и позволяет создавать вполне читабельные модели, в основе которых лежит диаграммная техника. Выпускники, изучая руководящие документы и существующие методики решения поставленных перед ними в рамках ВКР задач систематизируют полученную информацию в виде иерархии диаграмм на основе принципа функциональной декомпозиции. Кроме того, в ERWin Process Modeler можно моделировать структуры данных, проводить стоимостной анализ, а также интегрировать проектные решения с программами-компаньонами.

Результаты функционального моделирования используется в дальнейшем для определения границ автоматизации системы, а также формулировки функциональных требований к разрабатываемой дипломниками ИС.

Данный инструментарий, конечно, не единственный который может быть применён, но до сих пор остаётся весьма популярным. Приведём список программ, реализующие похожую функциональность: Ramus Educational, MS Visio, Business Studio, 3SL Cradle, Oracle Designer.

В рамках разработки проекта информационной системы дипломниками по кафедре ИСиТ широко находят применение методы и средства объектно-ориентированного проектирования. В их основе лежит язык UML, а также инструментальные средства семейства Rational Rose. В результате проект информационной системы описывается в виде набора взаимосвязанных диаграмм: вариантов использования, реализации, взаимодействия, классов, деятельности, компонентов и размещения.

Приведём список программ, реализующих похожую функциональность: Enterprise Architect, Visual Paradigm Community Edition, Star UML, Argo UML, Draw.io.

В последнее время у дипломников по кафедре ИСиТ при разработке в рамках ВКР модели функционирования пользуется популярностью инструментальное средство Bizagi Modeler. В его основе лежит отраслевой стандарт BPMN 2.0. Программа бесплатна, имеет продуманный командный интерфейс, позволяет модель задокументировать, разработать имитационную модель и исследовать её, а также преобразовать результаты моделирования в исполняемую модель и реализовать её в виде веб-приложения, работающего с базой данных проекта.

Программа позволяет спроектировать состав основных программных модулей, структур данных и описать их набором диаграмм, построенных в соответствии со стандартом BPMN. Диаграммы строятся с использованием широкого набора графических элементов и позволяют, пожалуй, смоделировать любой прикладной вычислительный процесс. Достоинством программы является то, что она позволяет разрабатывать имитационные модели будущего вычислительного процесса и исследовать их.

Аналогичную функциональность реализуют такие программы, как ELMA Community Edition, Enterprise Architect.

Не остаётся без внимания в качестве инструмента для разработки проекта информационной системы ARIS Express. Программа бесплатна, не прихотлива к ресурсам, поддерживает стандарты EPC и BPMN 2.0, может быть полезной при проектировании учебных информационных систем. Она позволяет разрабатывать организационные диаграммы, дерево бизнес-процессов, диаграммы EPC, похожие на блок-схемы алгоритмов, а также диаграммы BPMN и инфраструктуры контура информационных технологий.

Во второй главе ВКР на этапе проектирования базы данных информационной системы, сложилась практика применения метода семантического моделирования данных. Он базируется на методах IDEF1X, Information Engineering и Dimensional Model, а также применении инструментального средства ERWin Data Modeler.

В результате разрабатываются модели данных на разных уровнях представления с возможностью генерации физической базы данных на языке SQL в формате выбранной целевой СУБД.

В третьей главе ВКР на этапе собственно реализации информационной системы находят применения широкий набор инструментальных средств разработки информационно-поисковых, информационно-расчётных и информационно-аналитических информационных систем от отечественных и зарубежных производителей. Они позволяют разрабатывать настольные и веб-приложения, мобильные приложения, а также решать задачи анализа данных и их визуализации (рис. 1).

Информационно-поисковые системы	Информационно-расчётные системы	Информационно-аналитические системы
<input type="checkbox"/> MS Access	<input type="checkbox"/> MS Visual Studio	<input type="checkbox"/> Deductor Academic
<input type="checkbox"/> 1C: Предприятие	<input type="checkbox"/> MS SQL Server	<input type="checkbox"/> SPSS Statistics
<input type="checkbox"/> PHP, HTML, CSS, JavaScript	<input type="checkbox"/> 1C: Предприятие	<input type="checkbox"/> MS Business Intelligence Development Studio
<input type="checkbox"/> PostgreSQL, MySQL	<input type="checkbox"/> Фреймворки jQuery, React, Vue	<input type="checkbox"/> Фреймворки Python
<input type="checkbox"/> Android Studio	<input type="checkbox"/> Android Studio	

Рис. 1. Перечень инструментальных средств для разработки ИС различных классов

У дипломников при выборе инструментария разработки ИС пользуется популярностью технологическая платформа 1С: Предприятие 8.3. Версия для обучения программированию. Среда позволяет решать разнообразные задачи по автоматизации оперативного учёта, а также использовать возможности: по дополнительной визуализации внимания, географические схемы, ведущие веб-сервисы по работе с картами, а также интеграции результатов решения аналитических задач.

Конечно, у дипломников по кафедре ИСиТ находят применение инструменты, позволяющие разрабатывать сетевые и мобильные приложения.

Все представленные в обзоре инструментальные средства проектирования и разработки информационных систем изучаются обучающимися в курсах соответствующих дисциплин учебного плана образовательной программы по направлению подготовки ИСиТ.

Таким образом:

1. Большинство выполняемых ВКР по кафедре ИСиТ носят проектный характер и завершаются разработкой программного продукта, работа которого демонстрируется обучающимся в ходе защиты ВКР.

2. В процессе выполнения ВКР обучающиеся формируют проектные решения только по основным этапам жизненного цикла разработки ИС.

3. В ходе проектирования и разработки ИС обучающиеся прорабатывают вопросы интеграции используемых инструментальных средств, а также комбинируют инструментарием как от отечественного, так и зарубежного производителя.

4. Большинство ВКР выполняются в тесном сотрудничестве с заказывающими организациями и подтверждаются актами выполненных работ.

5. В Академии распространена практика апробации получаемых результатов, в ходе выступлений обучающихся на научно-практических конференциях и публикации научных статей и тезисов докладов в сборниках научных трудов.

Литература

1. Официальный сайт Академии гражданской защиты МЧС России. Об Академии. https://amchs.ru/about_the_university/

2. Безвесильная А.А., Горячев А.А. Информационные и коммуникационные технологии в системе подготовки специалистов МЧС России // Педагогическая информатика. 2017. № 4. С. 32-40.

Т.А. Мочалова, С.А. Никитина
ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ
ОБУЧАЮЩИМИСЯ КУРСОВЫХ РАБОТ

Разработан ряд мероприятий с применением различных цифровых технологий, использование которых будет способствовать повышению эффективности учебного процесса, в частности более качественному выполнению обучающимися курсовой работы.

Ключевые слова: цифровые технологии, курсовая работа, карта пути, информационно-образовательная среда.

T.A. Mochalova, S.A. Nikitina
THE APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES
IN THE EDUCATIONAL PROCESS
WHEN THE STUDENTS PERFORM COURSE WORKS

Several activities have been developed with the use of various digital technologies, the use of which will help to increase the efficiency of the educational process, in particular, better performance by students of coursework.

Key words: digital technologies, term paper, path map, information and educational environment

Цифровые технологии уже давно вошли в повседневную жизнь – это не только инструмент, но и новая среда существования человека [1]. Искусственный интеллект, виртуальная реальность – ещё вчера все это казалось невероятным, а сегодня успешно внедряется в учебный процесс, делая его интереснее и эффективнее.

Одной из важных форм обучения, а также контроля знаний и практических умений обучающихся, уровня сформированности у них ряда профессиональных компетенций, является выполнение курсовых работ, в частности по дисциплине "Теория горения и взрыва".

Главной целью преподавателя при работе с обучающимися, выполняющими курсовую работу, является научить их выбирать наиболее оптимальные методы расчёта показателей пожароопасности веществ, анализировать полученные результаты и делать практические выводы на их основе. Кроме того, важно научить курсантов и студентов работе с различными источниками информации и правильно оформлять документы в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями.

Главной же целью самих обучающихся является успешная защита курсовой работы, получение положительной (желательно самой высокой) отметки, освоив все необходимые для этого знания и навыки. Задачей преподавателя, при этом, является оказание помощи обучающемуся в достижении этой цели.

На рис. 1 представлена траектория пути обучающегося при выполнении курсовой работы.



Рис. 1. Траектория пути обучающихся при выполнении курсовой работы

С целью выявления затруднений, возникающих у курсантов и студентов в процессе выполнения курсовой работы, и устранения в будущем выявленных затруднений, а также повышения качества преподавания, было проведено данное исследование.

Было проведено анкетирование трех учебных групп, а также проведено три интервью с обучающимися, продемонстрировавшими различную степень успеваемости при выполнении курсовой работы ("отличник", "хорошист", "троечник"), с целью выявления важных/ключевых данных об их мотивации и потребностях, и проектирования мероприятий по улучшению образовательного опыта обучающихся.

Анализ анкет и результаты интервью показали, что главным мотивом для выполнения курсовой работы обучающиеся считают получение положительной (желательно наивысшей) отметки. Они прекрасно понимают, что для этого надо выполнить все соответствующие требования. При этом, многие отметили, что хотят чётко знать, что будет достаточно сделать на отметку "удовлетворительно", на отметку "хорошо" и "отлично".

Таким образом, преподавателю важно при выдаче индивидуального задания максимально подробно обозначить не только критерии оценивания курсовой работы, но и предусмотреть возможность ранжирования заданий по уровню сложности.

На этапе изучения методической, учебной и нормативной литературы у обучающихся возникали только уточняющие вопросы, а серьёзных затруднений не выявлено.

То же относится и к этапу поиска информации для написания теоретической части курсовой работы.

Следует отметить, что обучающимся был предоставлен перечень и ссылки на все необходимые источники информации, поэтому у них была возможность обратиться к ним в любое удобное время и в любой форме (электронной, печатной) используя информационно-образовательную среду академии.

Этап "Проведение расчётов показателей взрывопожароопасных свойств горючего вещества различными методами и анализ полученных результатов, формирование выводов" по мнению большинства обучающихся стал наиболее трудным. Вот ряд ответов, которые курсанты и студенты дали на вопрос "Какие трудности Вы испытали при выполнении курсовой работы по дисциплине "Теория горения и взрыва"?": *"громоздкие расчёты"*; *"трудности в вычислении при решении задачи"*; *"сложные расчёты в курсовой работе, выполняемой впервые"*.

Действительно, многие показатели пожаровзрывоопасности веществ рассчитываются с помощью громоздких эмпирических формул, что требует знаний основ математики, химии.

На практических занятиях по дисциплине "Теория горения и взрыва" ряд методик расчёта отрабатывается совместно с преподавателем, однако охватить все возможные методики не представляется возможным, поэтому они и вынесены для самостоятельного изучения при выполнении курсовой работы. При этом обучающиеся обеспечены методическими указаниями, а также в любой момент могут обратиться за консультацией к преподавателю.

Ещё одним сложным этапом в работе над курсовой работой оказалось её оформление в соответствии с требованиями Положения о курсовом проектировании, действующим в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Этапы сдачи курсовых работ на проверку преподавателю и устранения выявленных недостатков вызвали затруднения лишь у небольшого числа обучающихся в плане сроков, установленных планом-графиком выполнения курсовой работы. Ряд курсантов сдали работы на проверку с опозданием. Причиной этого они назвали собственную недисциплинированность.

Все обучающиеся отметили, что процедура защиты курсовой работы прошла для них успешно. Во многом этому способствовало их глубокое знание своей курсовой работы, на которую они затратили силы и время, а также то, что им заранее был выдан перечень примерных вопросов для защиты.

100 % респондентов на вопрос: "Что для Вас явилось препятствием к успешной защите курсовой работы по дисциплине "Теория горения и взрыва"?": *"Препятствий к успешной защите курсовой работы не было, поскольку преподаватель неоднократно консультировал нас, отвечая на все вопросы"*.

Таким образом, на основе проведённого исследования, авторами разработана карта пути обучающегося при выполнении курсовой работы по дисциплине "Теория горения и взрыва", в которой отражены их основные мотивы и потребности при прохождении различных этапов для достижения цели (рис. 2).

Важным аспектом выполнения обучающимися курсовой работы является эффективное взаимодействие с преподавателем, возможность получения необходимой консультации в полном объёме и кратчайшие сроки.

Консультации преподаватели осуществляли как очно в академии, так и посредством электронной почты и через мессенджеры.

Проведённое исследование позволило составить перечень некоторых мероприятий с применением различных информационных технологий, использование которых будет способствовать эффективности учебного процесса, в частности в выполнении курсовой работы по дисциплине "Теория горения и взрыва":

Разработка интернет-курса по дисциплине "Теория горения и взрыва" (например, с помощью системы управления курсами Moodle) в котором будут размещены учебный и методический материал, портал "Поддержка выполнения курсовой работы", система тестирования, а также форум для осуществления обратной связи с преподавателем.



Рис. 2. Карта пути обучающегося при выполнении курсовой работы

Разработка видеороликов и размещение их в электронной информационно-образовательной среде вуза, обучающих методикам проведения отдельных расчётов курсовой работы, правилам её оформления, процедуре защиты курсовой работы и т.п.

Применение автоматизированного расчёта (например, в Excel) формул, используемых при выполнении курсовой работы.

Создание общего чата учебной группы с преподавателем в мессенджере для оперативного реагирования по возникающим вопросам.

Разработка компьютерной программы, позволяющей упростить процесс оформления курсовой работы (в формате Word) в соответствии с требованиями нормативных документов.

Применение цифровых технологий в образовательном процессе при выполнении обучающимися курсовой работы по дисциплине "Теория горения и взрыва" весьма эффективно, так как повышается оперативность взаимодействия между обучающимися и преподавателем, появляется возможность получения консультаций в удобной форме, позволяет дистанционно обрабатывать большинство организационных вопросов и повысить контроль за работой обучающихся в период самостоятельного выполнения ими курсовой работы.

Таким образом, непрерывное развитие информационно-образовательной среды в образовательных организациях МЧС России, безусловно, будет способствовать повышению эффективности подготовки специалистов в области пожарной безопасности, техносферной безопасности и судебной экспертизы.

Литература

1. Шефер, Е. А. Использование цифровых технологий в образовательном процессе // Молодой учёный. 2021. № 16 (358). С. 22-25. <https://moluch.ru/archive/358/79973/>
2. Карабельская И.В. Использование цифровых технологий в образовательном процессе высшей школы // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2017. № 1 (19). С. 127-131.

С.А. Швырков, Л.Т. Панасевич
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ CGI-ГРАФИКИ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИДЕОРОЛИКОВ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Показана возможность использования технологий CGI-графики для создания видеороликов лабораторных работ по дисциплине пожарной безопасности технологических процессов и их дальнейшего применения в форматах как дистанционного, так и традиционного обучения.

Ключевые слова: обучение, лабораторная работа, видеоролик, 3D-моделирование, анимация.

L.T. Panasevich, S.A. Shvyrkov
**USING CGI-GRAPHICS TECHNOLOGIES
TO CREATE LAB VIDEOS**

The possibility of using CGI-graphics technologies for creating videos of laboratory work on the discipline of fire safety of technological processes and their further application in the formats of both distance and traditional training is shown.

Key words: teaching, laboratory work, video, 3D-modeling, animation

К одной из современных форм подготовки специалистов в рамках получения высшего, второго высшего образования, повышения квалификации и переподготовки относится дистанционное обучение. Достоинствами такой формы обучения являются простота доступа к учебному материалу, возможность обучения в удобное время, независимость от места нахождения обучающегося и др. При этом роль дистанционного образования постоянно возрастает, что обусловлено активным развитием информационных и телекоммуникационных технологий [1].

Ещё большую актуальность такая форма обучения приобрела в условиях угрозы распространения коронавирусной инфекции, когда практически все высшие учебные заведения, в том числе и Академия ГПС МЧС России, были вынуждены перейти на этот формат. В связи с указанным все лекционные, семинарские и практические занятия были перенесены в онлайн-среду. При этом профессорско-преподавательский состав был вынужден организовывать учебный процесс посредством дистанционных технологий на основе различных способов доставки цифрового контента в электронную информационно-образовательную среду. Однако, если проведение перечисленных выше видов занятий по дисциплине пожарной безопасности технологических процессов (ПБТП) в дистанционном формате больших сложностей не вызывало, то предусмотренное учебными программами выполнение лабораторных работ представляло определенные трудности, в первую очередь, связанные с отсутствием возможности обучающимися наблюдать за изучаемыми процессами, приобретать практический опыт и навыки.

Для решения этого вопроса применяемые при традиционном методе обучения лабораторные работы были переведены в формат видеороликов на основе использования технологий CGI-графики (*computer-generated imagery*, изображения, сгенерированные компьютером) – неподвижные и движущиеся изображения, сгенерированные при помощи трёхмерной компьютерной графики, нашедшей широкое применение в изобразительном искусстве, печати, кинематографии, на телевидении и симуляторах [2, 3].

При создании имитационных лабораторных работ учитывали специфику дисциплины ПБТП и логику представления материала, которая существенно отличается от реальной работы, прежде всего более детальным описанием лабораторной установки, процесса исследования, а также наличием анимации. Поскольку имитационная лабораторная работа требует большей чёткости в описании последовательности действий, то методически обоснованным являлось представление такого рода работы в виде определённого числа разделов, каждый из которых нёс определённую смысловую нагрузку: титульный раздел, краткий теоретический материал, описание лабораторной установки, экспериментальное исследование, расчётное определение параметров, отчётный материал.

При этом, безусловно, для успешного выполнения лабораторной работы обучающиеся должны заранее проработать теоретический материал по теме исследования [4, 5]. Ниже кратко представлены материалы разделов на примере создания видеоролика лабораторной работы по исследованию параметров пожаровзрывоопасности при испарении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в неподвижную среду.

Начинается видеоролик с *титульного раздела*, где поясняется, что он сделан специалистами кафедры ПБТП учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты Академии ГПС МЧС России, а также указывается, что для выполнения лабораторной работы необходимо использовать в электронном или печатном виде лабораторный практикум [5].

В разделе *краткий теоретический материал* даётся закадровая информация о принятом понятийном аппарате и возможности использования полученных параметров для расчёта объёмов взрывоопасных смесей, образующихся в аппаратах, например, в резервуарах при их первоначальном заполнении нефтепродуктами, а также при аварийных проливах жидкостей в помещениях, и оценки возможных последствий при их воспламенении, которая сопровождается соответствующими анимированными слайдами. Далее даётся подробная информация о соответствующих формулах и входящих в них параметрах, которые в дальнейшем обучающиеся должны применять для нахождения искомых величин, выполняя расчётную часть лабораторной работы.

В разделе *лабораторная установка* даётся описание основных элементов и приборного оборудования лабораторного стенда. Здесь закадровый текст звучит на фоне общего вида лабораторного стенда и входящих в него основных элементов в реальном отображении, то есть производится демонстрация установки, находящейся в помещении специализированной лаборатории кафедры ПБТП. Такая вставка в видеоролик призвана привлечь внимание обучающихся на то, что представленные в дальнейшем результаты исследований получены не виртуально, а на реально существующей и действующей установке. Также указывается, что перед началом работы на установке необходимо ознакомиться с инструкциями по технике безопасности и пожарной безопасности, кратко перечисляются основные требования инструкций. Далее на фоне видеоролика лабораторной установки в формате 3D подробно раскрываются её основные элементы и их назначение.

Следующий раздел посвящён непосредственно проведению *экспериментального исследования* изучаемого процесса. Перед проведением эксперимента обучающимся предлагается записать в отчётном материале исходные данные, представленные на слайде или задаваемые преподавателем, а также подготовить таблицу, в которую будут вноситься результаты экспериментального исследования изучаемого процесса.

Далее в формате 3D-анимации представляется непосредственно сам процесс проведения лабораторной работы по исследованию параметров пожаровзрывоопасности при испарении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в неподвижную среду, включающий в себя следующие основные этапы:

- проверку положений "открыто", "закрыто" для соответствующих кранов на лабораторном стенде;
- получение у преподавателя необходимого для исследования объёма горючей жидкости и заливку её с помощью шприца в мерную ёмкость;
- выполнение операций по открыванию и закрыванию соответствующих кранов для перелива исследуемой жидкости в испытательную камеру;
- заполнение в журнале испытаний столбцов с начальными показаниями времени начала эксперимента, объёма воздуха в градуированной газовой пипетке, рабочей температуры;
- осуществление постоянного контроля в ходе эксперимента за избыточным давлением в испытательной камере по показаниям манометра;
- заполнение в журнале испытаний через заданные преподавателем промежутки времени соответствующих столбцов по показаниям приборов (текущее время, объём воздуха в газовой пипетке). Показания снимаются до достижения заданного преподавателем времени, после чего установка обесточивается.

Следующий раздел посвящён *расчётному определению* массы экспериментально и теоретически испарившейся горючей жидкости, объёма взрывоопасной смеси в камере, а также погрешностей соответствующих измерений. В видеоролике даётся подробное пояснение по этапам выполнения расчётов и использованию соответствующих формул.

После заполнения таблицы результатов расчёта, обучающиеся приступают к анализу экспериментальных данных и расчётных значений посредством построения совмещённого графика зависимости массы испарившейся жидкости от продолжительности её испарения и графика зависимости объёма взрывоопасной смеси от продолжительности испарения жидкости. Подробный алгоритм построения графических зависимостей приведён в соответствующем приложении [5], а также демонстрируется в видеоролике.

В заключительном разделе *отчётный материал* представлены наименования материалов для подготовки обучающимися индивидуально-го отчёта, в том числе:

- теоретические положения и основные расчётные формулы;
- принципиальная схема лабораторной установки и краткое описание её устройства;
- таблицы с экспериментальными данными и расчётными значениями;
- совмещённый график зависимости массы испарившейся жидкости от продолжительности испарения;
- график зависимости объёма взрывоопасной смеси от продолжительности испарения жидкости;
- меры пожарной безопасности, направленные на предотвращение образования взрывоопасных концентраций и ограничение зон взрывоопасных концентраций при эксплуатации оборудования с открытой поверхностью испарения горючей жидкости;
- выводы по результатам экспериментального исследования и выполненных расчётов.

Защита лабораторной работы обучающимися проводится в виде тестирования, для подготовки к которому необходимо использовать контрольные вопросы, представленные в [5], а также соответствующие тематике главы из учебной литературы [4].

В заключении важно отметить, что разработанные на кафедре ПБТП с использованием технологий CGI-графики видеоролики четырёх лабораторных работ могут успешно применяться и при традиционной форме обучения, а в перспективе возможно совершенствование экспериментальных установок и разработка на их основе виртуальных лабораторных работ при условии достаточной для этих целей оснащённости компьютерной техникой и программным обеспечением не только учебных лабораторий, но и обучающихся.

Литература

1. Дронова Е.Н. Технологии дистанционного обучения в высшей школе: опыт и трудности использования // Преподаватель XXI век. 2018. № 3. С. 26-34.
2. Керлоу Айзек Виктор. Искусство 3D-анимации и спецэффектов; пер. с англ. Е.В. Смолиной. М.: ООО "Вершина", 2004. 480 с.
3. Adobe Premiere Pro CC. Официальный учебный курс; пер. с англ. М.А. Райтмана. М.: Эксмо, 2014. 544 с.
4. Швырков С.А., Горячев С.А., Панасевич Л.Т. и др. Пожарная безопасность технологических процессов: учебник для специалистов. М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. 426 с.
5. Горячев С.А., Клубань В.С., Петров А.П. и др. Лабораторный практикум по курсу "Пожарная безопасность технологических процессов": уч.-метод. пособие. М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. 70 с.

В.И. Юрьев, Л.Т. Панасевич

ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВЕННОЙ ПОДГОТОВКИ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ (НА ПРИМЕРЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАТЕГОРИИ ПОМЕЩЕНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ)

Проведён разбор основных ошибок, возникающих при определении категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, встречающихся у молодых специалистов (на основе методики, приведённой в СП 12.13130.2009).

Ключевые слова: методика, ошибка, специалист, обучающийся.

V.I. Yuryev, L.T. Panasevich

THE PROBLEM OF HIGH-QUALITY TRAINING OF YOUNG PEOPLE SPECIALISTS (USING THE EXAMPLE OF DETERMINING THE CATEGORY OF PREMISES ON EXPLOSION AND FIRE HAZARD)

Analysis of the main errors that arise when determining the category of premises for explosion and fire hazards encountered by young professionals (based on the methodology given in SP 12.13130.2009).

Key words: Methodology, error, specialist, student

Необходимость правильного выбора исходных данных и понимания алгоритма определения категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности (далее определение категории), как ни странно, до сих пор актуальна. Это следует из того, что слишком много вузов (около 40) по всей России готовят бакалавров и специалистов по пожарной безопасности. Качество подготовки специалистов в непрофильных вузах оставляет желать лучшего. Поэтому во время работы в проектной организации у молодых специалистов возникает множество ошибок уже на стадии разработки проектной документации.

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 (пункт 26, подпункт "ж"), проектная документация должна содержать раздел № 9 "Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности", в котором приводятся обязательные сведения о категории здания, сооружения, помещений, оборудования и наружных уста-

новок по признаку взрывопожарной и пожарной опасности. Этот пункт обязателен, так как неправильное определение категории взрывопожарной и пожарной опасности влечёт как административное наказание, так и уголовное преследование, предусмотренное ст. 307 УК РФ "Заведомо ложные показание, заключение эксперта, специалиста или неправильный перевод" сроком до 5 лет при самом худшем сценарии.

Поэтому необходимо уберечь молодых специалистов от фатальных ошибок, помочь им в разьяснении методики определения категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009.

Для этого предлагается блок-схема (рис. 1), с помощью которой наглядно и просто показан алгоритм определения категории помещения.

Разберём наиболее часто встречающиеся ошибки, которые допускает молодой специалист.

В первую очередь нужно понять назначение рассматриваемого помещения и необходимость его категорирования. В Федеральном Законе № 123 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" и СП 12.13130.2009 написано, что по взрывопожарной и пожарной опасности категорируются только производственные и складские помещения. Однако, а некоторых сводах правил, например, СП 4.13130.2013, СП 7.13130.2013, письмах ФГБУ ВНИИПО МЧС России, указаны и другие помещения, которые также подлежат категорированию.

В качестве примера приведём таблицу некоторых таких исключений (табл. 1).

Таблица 1

Назначение помещения	Обоснование
Производственные помещения и складские помещения	Часть 1,2 ст. 27 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
Цеха	Пункт 5.1.2 СП 4.13130.2013
Мастерские (столярные слесарные и другие)	Пункты 5.1.2, 5.2.6, 5.4.2, 5.6.4 СП 4.13130.2013
Для стерилизации медицинских инструментов (автоклавные)	Пункт 5.1.2 СП 4.13130.2013
Прачечные	Пункты 5.1.2, 5.2.6 СП 4.13130.2013
Электрощитовые	Пункты 5.2.6, 5.4.2, 5.6.4 СП 4.13130.2013; письмо ФГБУ ВНИИПО МЧС России от 28 июля 2014 года № 3410эп-13-5-02
Теплицы	Пункт 4.2 СП 107.13330.2012
Котельные/помещения для размещения дизельгенераторных установок (ДГУ)	Пункт 6.9.17 СП 4.13130.2013; письмо ФГБУ ВНИИПО МЧС России от 28 июля 2014 года № 3410эп-13-5-02
Вентиляционные камеры	Пункты 6.6, 6.7 СП 7.13130.2013

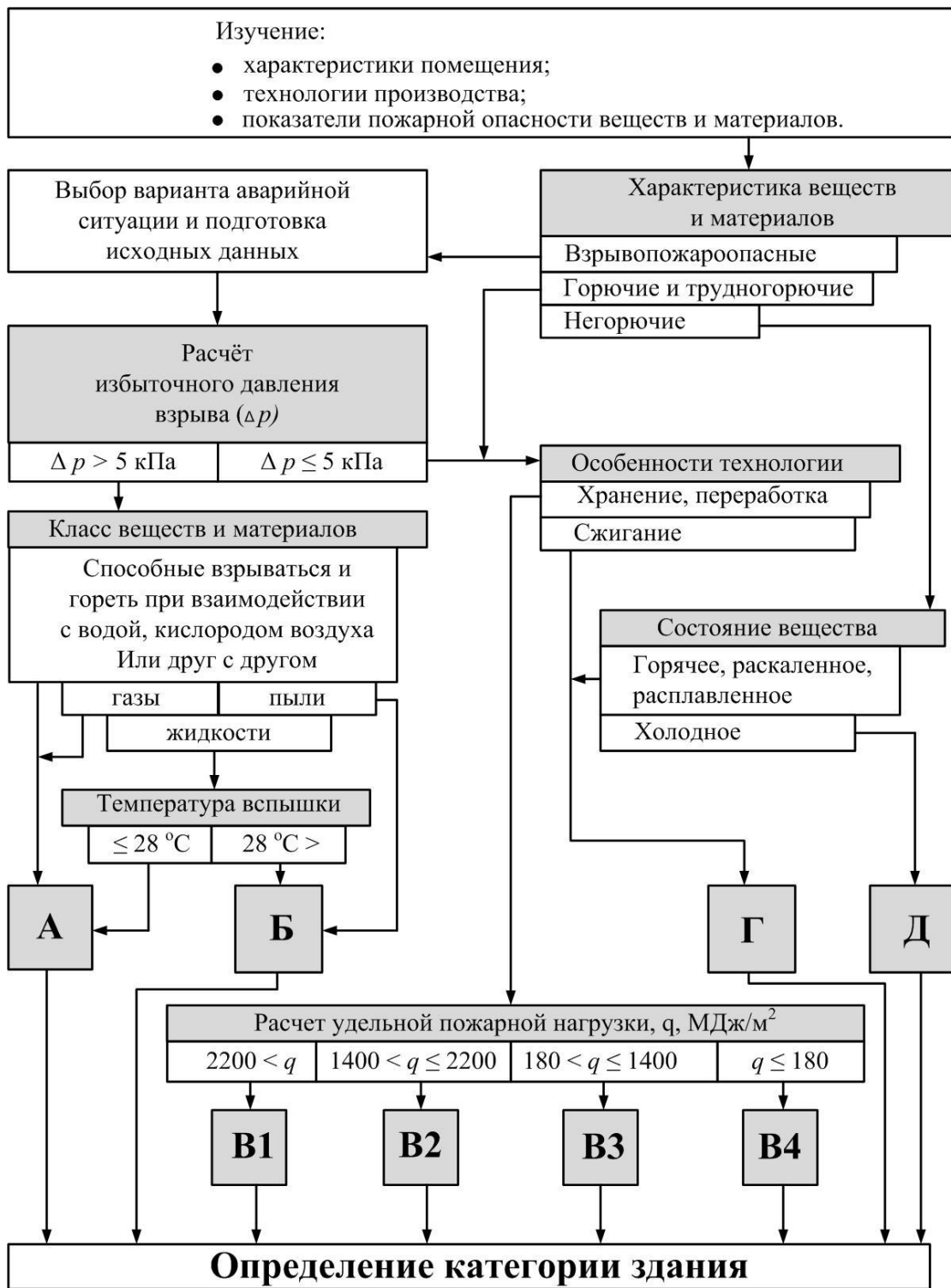


Рис. 1. Блок-схема определения категории помещения

Назначение любого помещения можно определить следующими способами:

первый способ – по экспликации к плану БТИ (Бюро технической инвентаризации);

второй способ – по экспликации помещений в соответствующем разделе проектной документации.

На взгляд автора это самые правильные и логичные способы определения назначения помещения.

Следующая ошибка заключается в том, что отыскать достоверные показатели пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов в справочной или научной литературе не всегда представляется возможным. Не надо фальсифицировать исходные данные, делать допущения (брать похожие свойства других веществ) и подставлять их в свой расчёт при определении категории помещения. Для этого нужно обязать заказчика, чтобы на этапе заключения договора проведены необходимые исследования по определению пожароопасных свойств веществ, обращающихся в рассматриваемом помещении. Этот момент очень важен и им нельзя пренебрегать.

Определение категории помещений процесс достаточно несложный. Сложно собрать всю необходимую информацию по каждому веществу и знать, как оно поведёт себя в расчётном варианте аварии.

Только на основе такого детального анализа можно провести достоверное категорирование помещений, правильно оценить его опасность и подобрать необходимые меры защиты.

Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (ред. от 30.04.2021 г.).
2. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" (ред. от 28.04.2020 г.).
3. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Введ. 2009-05-01.
4. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты ограничение распространения пожара на объектах защит. Требования к объёмно-планировочным и конструктивным решениям. Введ. 2013-06-24.
5. СП 7.13130.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование Требования пожарной безопасности (утв. приказом МЧС РФ от 21 февраля 2013 г. № 116).

А.В. Киричек
**ВОЗМОЖНОСТИ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ "ВКОНТАКТЕ"
В УЧЕБНОЙ И ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ
С ОБУЧАЮЩИМИСЯ ВУЗОВ МЧС РОССИИ**

Рассмотрены возможности социальной сети "ВКонтакте" при реализации учебно-образовательных и воспитательных задач в вузах МЧС России. В частности, эксплицированы методические особенности проведения лекционных занятий, раскрыта методика приёма экзаменов и организации круглых столов, обозначены основные направления воспитательной работы посредством данной платформы.

Ключевые слова: дистанционное обучение, воспитание, лекция, круглый стол, социальная сеть.

A.V. Kirichek
**FEATURES OF THE SOCIAL NETWORKING SERVICE "VKONTAKTE"
IN THE TRAINING AND EDUCATIONAL WORK
WITH STUDENTS OF UNIVERSITIES OF EMERCOM OF RUSSIA**

The article considers the possibilities of the social networking service "VKontakte" in the implementation of educational tasks in the universities of EMERCOM of Russia. In particular, the methodological features of conducting lectures are explicated, the methods of taking exams and organizing round tables are disclosed, the main directions of educational work through this platform are outlined.

Key words: distance learning, education, lecture, round table, social network.

Внезапный массовый переход на дистанционную форму обучения, вызванный пандемией Covid-19, выявил спектр проблем и поставил ряд задач, исследовать и решать которые предстоит в ближайшее время как всему образовательному сообществу России, так и вузам МЧС России, в частности. Одним из эффективных инструментов, доказавших свою состоятельность в экстремальных условиях удалённой формы обучения в Академии ГПС МЧС России, является общедоступная социальная сеть "ВКонтакте". Цель настоящей статьи – на основе анализа и обобщения опыта преподавателей кафедры философии Академии ГПС МЧС России раскрыть основные направления и возможности этой коммуникативной платформы в решении учебных и воспитательных задач как с курсантами, так и со студентами.

Социальная сеть "ВКонтакте" (VK, VK) является одной из самых популярных платформ, ориентированной, прежде всего, на молодёжную аудиторию. 10 октября 2021 года она отметила своё 15-летие, сегодня эта сеть объединяет почти 100 миллионов активных пользователей, что составляет 77 % от всей мобильной аудитории Рунета¹. На пространстве СНГ "ВКонтакте" значительно опережает по популярности многие другие социальные сети, включая Facebook и "Одноклассники", особенно высока популярность этой сети среди молодёжи [1].

¹<https://ru.wikipedia.org/wiki/ВКонтакте>

Причины популярности этого Интернет-ресурса лежат на поверхности – это, во-первых, достаточно простой и понятный интерфейс, позволяющий легко и быстро освоить многие возможности этой платформы, во-вторых, эти самые широкие возможности, далеко не все из которых есть у конкурентов. Таким образом, простота и доступность, обилие возможностей по обмену информацией, популярность среди молодёжи, в совокупности делают "ВКонтакте" просто незаменимой при решении учебно-образовательных и воспитательных задач в вузе.

Использовать ВК в образовательных целях на кафедре философии начали задолго до пандемии – около 8-9 лет назад, – сначала при общении со студентами, а в дальнейшем и со всеми другими обучаемыми. Ещё задолго до начала пандемии отмечалась важность "активизации деятельности преподавателей... в социальных сетях, используя пространство которых можно продолжать обучение и воспитание во внеучебное время" [2, с. 74]. Эта социальная сеть привлекательна, прежде всего, своими возможностями. Отметим некоторые из них:

- лёгкость и удобство рассылки, хранения и использования учебных материалов – лекций, презентаций, пособий и др.;

- почти все обучаемые зарегистрированы в этой сети и умеют пользоваться ей на достаточно продвинутом уровне;

- наличие богатой базы разнообразных видео- и аудиоматериалов, в том числе учебных, которые легко находятся через поиск и ссылки на которые могут быть даны обучающимся (при этом надо рекомендовать обучающимся только легально размещённый контент);

- комфортно пользоваться этим ресурсом как с компьютера, так и со смартфона, что позволяет делать общение с обучающимися практически непрерывным;

- в отличие от внутриакадемической системы дистанционного обучения (СДО) "Прометей", которая регулярно "зависает", ВК работает без сбоев в любое время суток.

Если до начала пандемии Covid-19 ВК использовалась преимущественно для рассылки учебных материалов и консультаций, то массовый переход на дистанционную форму обучения актуализировал и её возможности в плане проведения учебных занятий через Интернет.

Исходя из классификации методов обучения, предложенной Н. В. Дьяченко, когда они делятся на словесные, наглядные и практические [3], на базе ВК наиболее эффективно использовать первые два вида методов: словесные и наглядные. Среди словесных методов обучения важнейшим является лекция, и именно лекции наиболее рационально проводить через ВК. Правда, вживую, то есть онлайн, здесь лекцию прочитать нельзя, но можно записать её с небольшой задержкой на микрофон, разделив на фрагменты по 2-5 минут каждый. При этом запись на микрофон можно сопровождать выкладкой слайдов. В результате получается полноценная лекция, включающая в себя как слайды, так и записи голоса преподавателя и, что самое главное, которая остаётся доступной обучающимся в течение длительного времени (как минимум до конца изучения дисциплины). Такая доступность лекции особенно важна для тех обучаемых, которые по тем или иным причинам не смогли присутствовать на занятии. В свободное время они могут эту лекцию прослушать, причём несколько раз, как целиком, так и по частям.

Опыт кафедры философии показывает, что можно одновременно читать лекцию и в СДО "Прометей", и в ВК, при этом слайды легко можно копировать из "Прометей" и переносить их в беседу в ВК.

Использование ВК для чтения лекций детерминирует видоизменение методики чтения, поскольку лекция как бы дробится на кусочки-кванты – отдельные звуковые фрагменты, записываемые лектором на микрофон. Эти лекционные "кванты" должны представлять в идеале отдельные, законченные смысловые фрагменты, и преподаватель должен заранее продумать, как лекцию разделить на эти "кванты". Поскольку обучаемые могут прослушивать эти записи неоднократно, то исчезает необходимость повторов и пауз, неизбежных при обычном чтении лекций. В результате суммарная продолжительность лекции будет заметно меньше, чем 90 мин (по оценкам преподавателей кафедры философии, если сложить продолжительность всех аудио-фрагментов, то получается около 60 мин).

Проведение семинарских занятий в ВК представляется менее целесообразным, чем чтение лекций, поскольку здесь нет возможности живого общения онлайн. Тем не менее, ВК можно и нужно использовать как вспомогательное средство при проведении практических и семинарских занятий.

В частности, целесообразно предлагать обучающимся записывать на микрофон и выкладывать в общую беседу записи своих тематических выступлений (докладов). При этом рационально сначала это выступление прислать только преподавателю, и только после его оценки, критического анализа и последующей корректировки, выкладывать в общую беседу.

Незаменима эта сеть и при проведении контрольных и самостоятельных работ. Через неё легко как выслать задание, так и получить его решение (например, ответы на вопросы контрольной работы), при этом обучающиеся могут отвечать как в самом чате (беседе), набивая сообщение с помощью клавиатуры, так и писать ответы в своих конспектах, отправляя преподавателю их фотоснимки (или, что бывает намного реже, сканы). При этом нюанс состоит в том, что задание на контрольную работу целесообразно рассылать через общую беседу, тогда как ответы на вопросы контрольной обучающиеся должны присылать преподавателю в личные сообщения (чтобы их одноклассники не видели их ответы). Наконец, ещё одно достоинство ВК при написании контрольной работы – это строгая фиксации времени, за которое работа была написана, ибо система автоматически фиксирует время, когда обучающийся прислал преподавателю решение задания.

Что касается воспитательной работы, то наряду с индивидуальными беседами в Мессенджере, представляется целесообразным проводить на базе этой платформы и круглые столы. В качестве примера можно привести круглый стол на тему "Проблема любви в философии и культуре", проведённый доцентом Киричком А.В. в мае 2020 года в учебной группе 3119Г. Примечательно, что это мероприятие проводилось во время экзамена по логике и без участия преподавателя! Действительно, как провести экзамен по логике дистанционно, ведь эта дисциплина требует, прежде всего, умения решать задачи? Поэтому был разработан и реализован следующий алгоритм: в 09.00 студенты получали задания на экзаменационную контрольную работу, каждый вариант которой состоял из 6 заданий (всего – 15 вариантов), далее в течение 90 мин они эти задания решали, после чего отправляли преподавателю на проверку, и вот в то время, когда преподаватель эти контрольные проверял, студенты, начиная с 10.30, проводили в ВК круглый стол! Им было дано задание представить свои любимые произведения искусства о любви и комментарии к ним (в письменной или устной форме). В результате обучающиеся не только сделали это, но и сама собой в беседе разгорелась дискуссия (в письменной

форме), связанная с обсуждением представленных ими произведений искусства (песен, картин, стихотворений). И хотя преподаватель в это время проверял контрольные работы, тем не менее, уже после экзамена он мог оценить участие каждого студента в круглом столе, ибо вся дискуссия осталась записанной в анналах беседы. В 12.30 преподаватель закончил проверку контрольных работ, после чего общение перешло в Zoom в онлайн-формат, и уже здесь были озвучены оценки за контрольную, заданы дополнительные вопросы и, наконец, выведена итоговая оценка по дисциплине каждому студенту. В результате экзамен длился 6 академических часов (с 09.00 до 14.00), но при этом совместилось полезное и приятное: контрольная по логике и круглый стол о любви.

Кроме индивидуальных бесед и круглых столов, на базе данной коммуникативной платформы также можно проводить такие мероприятия, как просмотр и обсуждение художественных фильмов (надо отметить, что в ВК можно найти такие фильмы, которых нет в Youtube, включая как классические шедевры мирового кинематографа, так и современное артхаусное кино), информирование о внутриакадемических мероприятиях (в частности, в ВК имеется страница литературного клуба Академии, через которую до обучающихся доводится информация о литературном конкурсе "Прометей"), проведение мини-конкурсов на отдельных потоках или в учебных группах (например, конкурсов эссе, фотографий, рисунков, выразительного чтения поэтических произведений), проведение викторин (в частности, в группах курсантов в канун Дня Победы проводилась музыкальная викторина "Песни военных лет", когда по звучанию "минусовки" (то есть одной музыки без слов) обучающиеся должны были угадать название песни или припомнить слова из неё).

Нельзя не отметить, что работа по обучению и воспитанию студентов и курсантов через ВК требует от преподавателя достаточно развитой культуры общения, грамотного использования коммуникативных навыков. Как отмечает В. С. Шныпко, к основным аспектам их использования можно отнести, в частности, демократический стиль общения, запрет на сленг, варьирование громкости речи и др. [4, с. 321]. Важно, чтобы общение преподавателя с обучающимися через ВК строилось как подлинный диалог, важнейшим условием которого, как справедливо отмечает Н. А. Ходикова, является "стремление и умение принимать Другого в его инаковости, отличии от Меня – как в межличностном, так и межкультурном диалоге" [5, с. 55].

В завершении разговора о возможностях ВК при дистанционном обучении осмелимся дать несколько советов тем, кто ещё не работал, но хочет освоить эту сеть.

Разумеется, прежде всего надо в ней зарегистрироваться, придумать логин и достаточно сложный пароль, ибо если пароль будет простой, то, скорей всего, вашу страницу довольно скоро взломают. Для обучения и общения с обучающимися в Мессенджере надо создать беседу, которую лучше всего назвать, используя имя дисциплины и номер группы, например: "Философия 3121С АГПС". Далее следует в эту беседу пригласить обучающихся соответствующей группы. После того, как они в эту беседу добавятся, можно рассылать им необходимые материалы (лекции, книги, учебно-методические пособия, презентации и др.), выкладывая их прямо в беседу. Именно в беседе и идёт основная образовательная работа – проведение занятий, рассылка заданий, консультации обучающихся и др. Если надо читать лекцию на потоке сразу нескольким группам, то целесообразно создать отдельную лекционную беседу для всех групп потока.

В целом, не будет преувеличением сказать, что социальная сеть "ВКонтакте" является мощным, богатым, бесплатным, популярным, наиболее доступным и простым средством для решения образовательных и воспитательных задач в вузах системы МЧС России как в условиях дистанта, так и при обычном формате обучения.

Литература

1. ВКонтакте (статья). <https://ru.wikipedia.org/wiki/ВКонтакте>
2. Киричек А.В. Гуманитарная среда Академии ГПС МЧС России: структура и направления развития // Сб. тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. "Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности". М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. С. 71-75.
3. Дьяченко Н.В. Словесные методы обучения в подготовке специалистов гражданской обороны // Матер. IV междунар. науч.-практ. конф., посвященной Всемирному дню гражданской обороны "Гражданская оборона на страже мира и безопасности". В 3-х ч. Ч. 3. М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. С. 20-24.
4. Шныпко В. С. Методика использования коммуникативных навыков педагога в воспитательном процессе // Сб. матер. междунар. круглого стола "Язык государственной службы. Лингвистические вопросы теории и практики". М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. С. 318-322.
5. Ходикова Н. А. Диалог как один из путей предотвращения глобальных угроз современности // Матер. V междунар. науч.-практ. конф., посвященной Всемирному дню гражданской обороны "Гражданская оборона на страже мира и безопасности". М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. С. 51-55.

Н.А. Ходикова

ЧЕМ ОПАСЕН ТЕХНОГЕНЕЗ И МОЖНО ЛИ ИМ УПРАВЛЯТЬ

Раскрывается взаимосвязь понятий "техногенез", "техносфера", "технологический риск". Рассматривается среда обитания человека как сложная и динамичная система, взаимодействующими компонентами которой являются биосфера, общество и техносфера. Актуальность обусловлена необходимостью понимания опасностей, с которыми связан процесс техногенеза. Новым результатом является выявление значения оценки технологических рисков как инструмента управления эволюцией техносферы в интересах человека, общества и биосферы.

Ключевые слова: техника, техносфера, среда обитания, оценка технологических рисков.

N.A. Khodikova

WHAT IS THE DANGER OF TECHNOGENESIS AND CAN IT BE CONTROLLED

The article reveals the relationship between the concepts of "technogenesis", "technosphere", "technological risk". The human living environment is considered as a complex and dynamic system, the interacting components of which are the biosphere, society and the technosphere. The relevance of the article is due to the need to understand the dangers associated with the process of technogenesis. A new result is the identification of the importance of technological risk assessment as a tool for managing the evolution of the technosphere in the interests of man, society and the biosphere.

Key words: technology, technosphere, living environment, assessment of technological risks.

В условиях бурно протекающей в настоящее время научно-технической революции неуклонно возрастает актуальность различных проблем, связанных со всё более возрастающим влиянием технической среды на все сферы жизни общества. Это влияние зачастую связано с возникновением новых и всё более весомых рисков. Как отмечает Т.Г. Гришина, порождение рисков во всех сферах общественной жизни (социальной, политической, духовной, экономической) является атрибутом, то есть неотъемлемым свойством общества [1, с. 164]. В связи с этим, оценка рисков и процесс принятия решений в условиях неопределённости являются значимой составляющей человеческой деятельности практически во всех её областях. Однако, вероятно, наиболее опасные и глобальные риски сегодня связаны с именно с развитием техники и его влиянием на человека, общество, природную среду.

Результатом техногенеза, то есть преобразования природы под влиянием деятельности техники и человеческого общества, стало появление техносферы. Техносфера – это весьма широкое понятие, объём которого включает в себя не только всю совокупность технических артефактов (от средств производства до дорог, трубопроводов и искусственных спутников и т.д.), но и те части природного мира (во всех оболочках Земли – от литосферы до ионосферы), которые изменились под воздействием

техники. Все хорошо знакомы с различными аспектами глобальной экологической проблемы, связанными с техногенезом: загрязнение воды и воздуха, истощение почв, уменьшение биологического разнообразия жизни и т.д. Как отмечает А.Н. Кочергин, всё нарастающая скорость становления техносферы и повышение интенсивности её воздействия на среду обитания человека привели к тому, что сегодня масштаб антропогенного воздействия на природу соизмерим с масштабом геологических процессов или превосходит его. Общая антропогенная активность к настоящему времени оказывается направленной на разрушение биосферы, геологической среды, а также на модификацию геокосма [2, с. 32, 33].

Среда обитания человека, в которой он живёт и от которой зависит, может быть представлена как система, состоящая из трех элементов, находящихся в разнообразных взаимных связях. Этими элементами являются:

1) общество как особая форма организации отношений между людьми, обеспечивающая их духовные и материальные потребности;

2) биосфера как возникшая и развивавшаяся на протяжении миллиардов лет по законам органической эволюции сфера жизни на Земле, частью которой, как биологический вид, остаются люди;

3) техносфера как возникшая по историческим меркам совсем недавно "сфера техники", обеспечивающая все возрастающие потребности общества.

Свойства системности проявляются в этой структуре во взаимном влиянии всех элементов. Так, общество создало техносферу, влияет на её развитие (и это влияние должно стать более осознанным, о чем пойдет речь ниже), техносфера, в свою очередь, оказывает влияние на развитие общества (например, детерминирует появление новых общественных структур и порождает различные социальные изменения). Техносфера оказывает всё более значительное и чаще негативное воздействие на биосферу, что сказывается и на функционировании общества.

Следует отметить, что техносфера, хоть и является результатом антропогенной деятельности, до сих пор никем и никогда не создавалась и не развивалась осознанно и целенаправленно, с учётом не только позитивного, но и возможного негативного воздействия на общество и природу. К сожалению, столь же стихийным остаётся её развитие и на сегодняшний день. "Сложность этой Мегасистемы создаёт огромные трудности прогноза её развития. В настоящее время техногенез – процесс в глобальном аспекте практически неуправляемый, не подчинённый разуму и воле людей" [3, с. 181]. В настоящее время это обстоятельство становится особенно опасным, поскольку "сейчас человек обладает значительно большими возможностями осуществлять преобразовательные процессы, чем прогнозировать их не только отдалённые, но даже и близкие последствия" [2, с. 39].

События последних десятилетий (экологические кризисы и катастрофы, техногенные аварии, истощение ресурсов, разрушение экосистем, появление новых опасных болезней и т.д.) показали, что далее нельзя игнорировать проблему губительного воздействия техногенеза на биосферу. Одним из направлений решения этой проблемы является всестороннее осмысление феномена технологического риска. Технологический риск – это возможные негативные последствия того или иного акта научно-технического развития (будь то строительство электростанции, развитие химического производства, внедрение генной инженерии в производство продуктов и т.д.).

Можно условно выделить три уровня протекания техногенеза: локальный, региональный и глобальный. С одной стороны, выявление рисков техногенеза и осознанное принятие решений на локальном уровне представляется более-менее реальным. В то же время, на региональном и глобальном уровнях техногенез происходит преимущественно стихийно. Однако, даже кажущееся отсутствие рисков какого-либо акта техногенеза на локальном уровне не означает отсутствие связанных с ним рисков на уровнях более высокого порядка. Следует признать, что изученность взаимосвязи техногенных процессов и вызываемых ими рисков на разных иерархических уровнях техногенеза до сих пор остаётся слабой [3, с.176].

Сложность феномена технологического риска с одной стороны, и его актуальность в современных условиях – с другой, привели к необходимости привлечения к его изучению широкого круга исследователей. Сегодня эта проблематика вышла на междисциплинарный уровень – комплексное понимание и разработка методов оценки технологических рисков требует не только математических, технических, естественнонаучных подходов, но и учёта социологических, психологических, экономических, культурно-антропологических и философских аспектов этой проблемы [4, с. 402].

Целью такой совместной работы представителей естественных наук, инженеров и гуманитариев должна быть разработка концепций, учитывающих универсальные законы развития человечества и техносферы, динамичную связь иерархических уровней техногенеза, на основе которых можно было бы осуществлять осознанное управление эволюцией техносферы.

Литература

1. Гришина Т.Г. Философский анализ рисков как критериев оценки технической системы // Вестник МГТУ "Станкин". 2014. № 1 (28). С. 164-166.
2. Кочергин А. Н. Техносфера и общество: проблема взаимодействия // Научный вестник МГТУ ГА. 2011. № 166. С. 32-39. <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnosfera-i-obschestvo-problema-vzaimodeystviyaya>
3. Лаврусевич А.А. Основные черты техногенеза // Вестник МГСУ. 2010. №4-2. С. 175-181. <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-cherty-tehnogeneza>
4. Ходикова Н.А. Оценка технологических рисков как новое направление прикладной философии техники // Матер. XVI междунар. науч.-практ. конф. "Комплексные проблемы техносферной безопасности. Кампания "Мой город готовится": задачи, проблемы, перспективы". Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2020. С. 401-404.

Н.Г. Александрова

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМНОГО И ЦЕЛОСТНОГО ПОДХОДА В ПРОФИЛАКТИКЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Проведён анализ причин возникновения пожаров в жилом секторе. Показано, что так как жилые дома не являются объектами проверок органами пожарного надзора, то люди не уделяют должного внимания собственной безопасности. Сделан вывод о необходимости системного и целостного подхода в профилактике пожарной безопасности в жилом секторе.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожары, предотвращение.

N.G. Aleksandrova

THE NEED TO APPLY A SYSTEMATIC AND HOLISTIC APPROACH IN THE PREVENTION OF FIRE SAFETY

The analysis of the causes of fires in the residential sector is carried out. It is shown that since residential buildings are not objects of inspections by fire authorities, people do not pay due attention to their own safety. The conclusion is made about the need for a systematic and holistic approach to the prevention of fire safety in the residential sector.

Key words: fire safety, fires, prevention.

В Российской Федерации впервые на законодательном уровне в 1992 г. было установлено понятие "Безопасность". Позже Федеральным законом "О безопасности" от 28 декабря 2010 г. № 390-ФЗ определены принципы и содержание деятельности по обеспечению безопасности государства, общественной безопасности, экологической безопасности, безопасности личности, иных видов безопасности, предусмотренных законодательством Российской Федерации (далее – безопасность, национальная безопасность), полномочия и функции федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления в области безопасности, а также статус Совета Безопасности Российской Федерации (далее – Совет Безопасности). [1]

Что такое безопасность? Безопасность определяется как состояние защищённости жизненно важных интересов личности, общества, государства от внутренних и внешних угроз, либо способность предмета, явления или процесса сохраняться при разрушающих воздействиях. Одним из видов безопасности является пожарная безопасность – состояние защищённости личности, имущества, общества и государства от пожаров. Это определение повторяет аналогичные для любых видов безопасности: состояние защищённости любого объекта от любых видов опасности.

Приоритетными направлениями государственной политики в области пожарной безопасности являются, в частности, обеспечение качественного повышения уровня защищённости населения и объектов защиты от пожаров, эффективного функционирования и развития пожарной охраны, выработка и реализация государственной научно-технической политики в области пожарной безопасности.[2]

За 2020 год в Российской Федерации произошло 439394 пожаров, погибло 8313 человек, травмировалось 8434 человека, примерный ущерб составил 20876301 рублей. Данная статистика свидетельствует о снижении количества пожаров на 6,8 % по сравнению с 2019 г., количество погибших и травмированных на пожарах, также уменьшилось по сравнению с 2019 г. на 2,9 % и 11 % соответственно. При этом согласно статистике основных показателей пожарной обстановки, основной причиной возникновения пожаров являлось неосторожное обращение с огнём – 308627 ед., при которых погибло 4837 человек. [3] Также среди основных причин пожаров в быту являются: неосторожное обращение с огнём при курении и приготовлении пищи, использование электробытовых приборов, теле-, видео- и аудиотехники, не адаптированных к отечественной электросети или неисправных, проведение электрогазосварочных работ при ремонтных работах в квартирах, детская шалость с огнём и некоторые другие, в том числе и деятельность коммерческих структур, работающих с нарушениями правил пожарной безопасности. [4]

Таким образом большинство пожаров возникают из-за действий человека. Так как жилые дома не являются объектами проверок, люди не уделяют должного внимания безопасности, в том числе собственной безопасности. Работа сотрудников государственной противопожарной службы в таких условиях сложна и требует определённого подхода. Анализ пожаров со смертельным исходом в сочетании с выводами и знаниями, полученными в ходе соответствующих статистических исследований, могут внести положительный вклад в снижение смертности от пожаров, хотя другие факторы, вероятно, также оказывают важное влияние на показатели смертности от пожаров. Среди рассматриваемых актуальных факторов – сокращение числа курильщиков в обществе, работа по выявле-

нию лиц злоупотребляющих спиртными напитками и наркотическими веществами, совершенствование систем здравоохранения для пожилых людей, обучение детей пожарной безопасности, коммуникационные кампании на телевидении, в газетах и социальных сетях (Instagram, Tik-tok, ВКонтакте и другие социальные сети) и др. Отметим, что невежество в области пожарной безопасности приводит к многочисленным жертвам в случае возникновения пожара в местах с массовым пребыванием людей, а элементарные знания правил поведения при возникновении пожара, могут спасти жизнь и избежать материальных потерь.

Дополнительное повышение уровня осведомлённости в исследуемой области открыто влияет на уровень пожарной безопасности в государстве. Но есть многообразность в масштабе охвата различных социальных групп населения. Вне сомнений нужно делать упор на обучение детей дошкольного и школьного возрастов, подростков, обучающихся в различных образовательных учреждениях. С работниками и сотрудниками, находящимися на должностях, в различных учреждениях и организациях, должны проводиться инструктажи и периодические учения, с отработкой действий в случае возникновения пожара и других ЧС. Но нельзя упускать из виду и жильцов, проживающих в частном секторе, по статистике данная категория регулярно нарушает требования пожарной безопасности.

Сотрудники подразделений надзорной деятельности и профилактической работы совместно с органами местного самоуправления, добровольными пожарными должны постоянно проводить профилактическую работу в жилом секторе, особое внимание уделять гражданам "Группы риска" – неблагополучным семьям, одиноким престарелым гражданам и гражданам, ведущим асоциальный образ жизни. Статистика показывает: причины пожаров в жилом фонде самые разнообразные – нарушение правил технической эксплуатации электрооборудования, использование неисправной электропроводки и самодельных электронагревательных приборов, неисправность печей. Но всё же основные причины – это алкоголь и непотушенная сигарета. Проверка жилых помещений, обследование электрического и отопительного оборудования, профилактические беседы и наглядная агитация – вот основные направления работы в ходе подобных рейдов. Проблема состоит в сильной разнице в возрасте и большом количестве жителей. Необходимо обучать поведению при пожаре, напоминая простые правила. Предупреждать о состоянии паники.

Социальные обстоятельства играют важную роль, когда речь идёт о тех, кто погибает в пожарах. Социальные проблемы – это проблемы в отношениях между индивидом и обществом. Этот термин охватывает проблемы индивида, вызванные социальными обстоятельствами, и проблемы индивида в адаптации к социальным структурам и нормам.

Причины социальных проблем многочисленны и часто взаимосвязаны, как пример, плохие условия труда, отсутствие занятости и плохие жилищные условия. В медицинском контексте можно сказать, что социальные проблемы включают в себя телесный, психический и социальный компоненты, которые все взаимодействуют.

Доминирующие факторы риска пережить пожар, а также получить травму или умереть в пожаре – все они подпадают под социальные проблемы в медицинском контексте, поскольку они либо влияют на телесные, психические или социальные функции человека, либо их комбинацию. Примерами таких факторов являются снижение подвижности, нарушение когнитивных способностей, злоупотребление наркотиками и воздействие алкоголя во время пожара. Лица с такими факторами риска можно описать как принадлежащие к уязвимым группам. Поэтому сотрудниками органов пожарного надзора и профилактики необходимо проводить работу по сокращению числа погибших среди этих лиц.

Для успешной профилактики пожаров среди уязвимых групп населения необходимо сотрудничество между органами государственной власти, органами надзорной деятельности и профилактической работы и органами местного самоуправления. Следует применять системный и целостный аналитический подход с целью охвата целого ряда аспектов, которые могут повлиять на предотвращение гибели людей от пожаров среди уязвимых групп (пожилых людей, несовершеннолетних, лиц, злоупотребляющих алкоголем и наркотиками и т.п.), а также исследовать, как эти аспекты взаимодействуют. Необходимо понимать, что группы риска включает в себя как физическую среду, так и социальную и организационную среду, в дополнение к потребностям индивида.

Литература

1. Федеральный закон от 28 декабря 2010 г. № 390-ФЗ "О безопасности".
2. Указ Президента РФ от 1 января 2018 г. № 2 "Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года".
3. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году. Статистический сборник. Под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М.: ВНИИПО МЧС России, 2021. 112 с.
4. Дорохова О.В. Профилактика пожаров в жилом секторе // Матер. конф. "Пожарная безопасность: проблемы и перспективы", Воронеж: Воронежский институт ГПС МЧС России, 2015. С. 48-49.

Е.В. Николаенко

ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ УЧЕБНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Рассмотрены некоторые проблемные аспекты современной образовательной системы на примере учебного заведения пожарно-технического профиля. Обозначены возможные внедрения управленческих технологий, в основе которых лежат принципы информационного метаболизма, применение которых позволит получить положительные результаты в системе подготовки профессиональных кадров МЧС России.

Ключевые слова: управление, образование, технологии, информационный метаболизм, соционика.

Y.V. Nikolayenko

PROBLEM ASPECTS OF MANAGING
THE EDUCATIONAL PROCESS OF TRAINING ORGANIZATIONS
OF THE FIRE AND TECHNICAL PROFILE

Some problematic aspects of the modern educational system are considered on the example of an educational institution of a fire-technical profile. Possible introduction of management technologies, which are based on the principles of information metabolism, are indicated, the use of which will allow obtaining positive results in the system of training professional personnel of the Emercom of Russia.

Key words: management, education, technology, information metabolism, socionics.

Выстраивание единой современной системы подготовки кадров МЧС России, основанной на рациональном планировании, эффективном использовании современных образовательных технологий, учебно-материальной базы и эффективных мотивационных механизмах, способной гибко реагировать на социально-экономические изменения является целью реализации концепции развития подготовки кадров системы МЧС России.

Система подготовки высококвалифицированных кадров МЧС России берет своё начало с образовательных организаций, именно там начинается процесс формирования будущего сотрудника МЧС России, который вскоре пополнит ряды подразделений и организаций МЧС России в различных субъектах Российской Федерации.

Одним из фундаментальных и приоритетных направлений любой образовательной системы является эффективность и качество процесса образования, и система подготовки кадров МЧС России не является в этом исключением.

Задача современной образовательной системы подготовить компетентного, гибкого, конкурентоспособного специалиста, способного к продуктивной профессиональной деятельности, к быстрой адаптации в условиях оперативно меняющейся обстановки, владеющего технологиями своей специальности, умением использовать полученные знания при решении

профессиональных задач. На практике далеко не всегда специалисты с высшим образованием отвечают подобным требованиям и обладают необходимыми компетенциями, так как традиционная подготовка специалистов, ориентированная на формирование знаний, умений и навыков в предметной области несовершенна и имеет ряд недостатков.

Зачастую интерес к выбранной профессии может пропасть ещё на этапе обучения, в результате чего система МЧС России теряет ценную кадровую единицу, а потенциал профессорско-преподавательского состава использован малоэффективно. Стоит отметить, что данная проблема является интегральной для всей системы высшего профессионального образования, доля специалистов после окончания вуза выбирает работу не по полученной специальности [1].

Перед образовательными организациями стоит задача не только подготовить специалиста высокого уровня, но и включить его уже на стадии обучения в разработку новых технологий, адаптировать к условиям конкретной производственной среды, сделать его способным к принятию новых решений.

Эти проблемные аспекты образовательной деятельности побуждают к разработке управленческих технологий, направленных на повышение эффективности образовательного процесса. Образовательная деятельность представляет собой сложный процесс, именно поэтому важным ресурсом является применение различных форм и методов с учётом современных информационных технологий.

Очевидной актуальностью является включение в общий механизм образования методов, в основе которых лежит дифференцированный подход к формированию учебных коллективов и отбору кандидатов на обучение. В качестве целевой установки образовательной системы предлагается взять формирование молодого кадрового потенциала, не только отвечающего установленным требованиям (уровень знаний, физической подготовки и состояние здоровья), но и способного осваивать специальность пожарно-технического профиля эффективно выполняя функциональные задачи по предназначению.

Для изучения учебных коллективов наиболее информативным и оперативным методом является определение соционического типа личности преподавателей и курсантов. Психоинформационный подход не только позволит целенаправленно формировать учебные коллективы с оптимальным социально-психологическим климатом, но и определять на этапе отбора кандидатов на обучение их способность осваивать профессию пожарно-технического профиля. Кроме того, соционическая классификация позволяет говорить о мотивации, ценностях, общем направлении поведения человека [3].

Методы соционики имеют широкое применение и показали свою эффективность в управлении крупными предприятиями в нефтегазовой промышленности, при формировании коллективов для работы с вынужденной длительной изоляцией или работе в экстремальных условиях [2, 4].

Разработка и внедрение в систему управления образовательным процессом конкретных процедур, в основе которых лежат принципы информационного метаболизма возможно позволят:

- сократить количество увольнений молодых сотрудников ФПС ГПС МЧС России после окончания образовательной организации или в период их обучения по собственному желанию;

- повысить эффективность образовательной деятельности и престиж системы МЧС России;

- сохранить положительные впечатления, доброжелательные межличностные отношения и психическое здоровье участников образовательного процесса.

Литература

1. Абрамова Н.Б., Бутузов С.Ю., Долгополов С.С. Распределение типов информационного метаболизма сотрудников противопожарной службы МЧС России // Менеджмент и кадры: психология управления, соционика и социология. 2012. № 11. С. 5-12.

2. Букалов А. В., Карпенко О.Б., Чикирисова Г.В. Применение новых технологий эффективного менеджмента на крупных промышленных предприятиях // Соционика, ментология и психология личности. 2003. № 1.

3. Васильева А. Г., Любавский А. Ю. Повышение эффективности работоспособности службы пожаротушения на основе типов информационного метаболизма. // Матер. 29-й междунар. науч.-техн. конф. "Система безопасности – 2020". М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. С. 279-281.

4. Карпенко О.Б., Букалов А.В., Чикирисова Г.В. Кадровый менеджмент и современные психоинформационные технологии // Матер. V ежегодной всерос. науч.-практ. конф. ИМАТОН "Психология бизнеса. Организационное консультирование: услуги и клиенты". СПб: ИМАТОН, 2002. С. 64-66.

Научный интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности"

Общие положения

В журнале публикуются *научные статьи* по технологиям техносферной безопасности – совокупности *средств и методов* информационного, технического, нормативно-правового и организационного обеспечения техносферной безопасности. Экономические проблемы обеспечения безопасности (стоимость, затраты, риски – вероятности потерь) не являются предметами публикаций.

Поскольку *техносфера* (машины, механизмы, оборудование, транспорт, здания и другие изделия для обеспечения человеческой деятельности) не только *опасна*, но и *уязвима*, то под *техносферной безопасностью* понимается *защищённость населения и территорий* от техногенных аварий, катастроф, пожаров и *защищённость техносферы* от стихийных бедствий, техногенных аварий, катастроф, пожаров и негативных антропогенных воздействий (терроризма, ошибок).

Интернет-журнал выпускается с 2005 г. *Академией ГПС МЧС России*.

Научный журнал зарегистрирован как средство массовой информации в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (номер лицензии – ЭЛ № ФС 77-31239), имеет международный стандартный серийный номер ISSN 2071-7342. Информация об опубликованных статьях представляется в систему *Российского индекса научного цитирования*.

Решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 19.02.2010 г. № 6/6 интернет-журнал включён в *перечень ведущих рецензируемых научных журналов*, в которых могут быть опубликованы основные научные *результаты диссертационных работ* на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук. 26 марта 2019 г. журнал включён в новый *Перечень рецензируемых научных изданий*.

Тематика статей, содержащих основные научные результаты диссертационных работ по технологиям обеспечения техносферной безопасности, должна соответствовать следующим специальностям научных работников (согласно номенклатуре, утверждённой *приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 № 59*):

- 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность;
- 05.26.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях;
- 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами;
- 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах;
- 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ;
- 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации.

В связи с международным характером и статусом ведущего рецензируемого научного журнала, публикующего основные результаты диссертационных работ, к качеству статей предъявляются высокие требования, поэтому статьи должны проходить рецензирование, научное и литературное редактирование.

Все поступающие в редакцию интернет-журнала статьи рецензируются. В случае отказа в публикации редакция отправляет автору составленный на основе рецензии мотивированный отказ. Редакция направляет копии рецензий в Министерство образования и науки РФ при поступлении соответствующего запроса.

Рабочие языки – *русский и английский*.

Тексты статей, их аннотации, ключевые слова, места работы и электронная почта авторов находятся *в свободном доступе* в Интернете.

С 2013 года типографские варианты выпусков журнала передаются в Информационное телеграфное агентство России (ИТАР-ТАСС).

До 2012 года выпуски научного журнала регистрировались в Федеральном депозитарии электронных научных изданий (ФГУП "Информрегистр") с присвоением каждой опубликованной статье номера государственной регистрации.

В соответствии с Приказом Академии ГПС МЧС России № 274 от 22 июня 2017 г. "Об утверждении Положения о платной редакционно-издательской и полиграфической деятельности, организации конференций", вводится плата за редакционную подготовку статей. Оплата осуществляется только после получения положительной рецензии и принятия статьи к публикации.

Электронный адрес научного журнала: <http://academygps.ru/ttb>.

Редакционная коллегия

Хабибулин Ренат Шамильевич, кандидат технических наук, доцент – *главный редактор*
Академия ГПС МЧС России, Москва

Буцынская Татьяна Анатольевна, кандидат технических наук, доцент – *выпускающий редактор*
Академия ГПС МЧС России, Москва

Алешков Михаил Владимирович, доктор технических наук, профессор
Академия ГПС МЧС России, Москва

Качанов Сергей Алексеевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки
Российско-Сербский гуманитарный центр, Ниш, Сербия

Соколов Сергей Викторович, доктор технических наук, профессор
Академия ГПС МЧС России, Москва

Членов Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник
высшей школы РФ
Академия ГПС МЧС России, Москва

Колодкин Владимир Михайлович, доктор технических наук, профессор
Удмуртский Государственный университет, Институт гражданской защиты, Удмуртская Республика

Порошин Александр Алексеевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник
ВНИИПО МЧС России, Балашиха

Вагнер Петер (Wagner Peter), кандидат технических наук
Берлинская пожарно-спасательная академия, Берлин, Германия

Мольков Владимир Валентинович (Molkov Vladimir), доктор технических наук, кандидат
физико-математических наук, профессор
Ольстерский университет, Ньютаунэбби, Великобритания

Блесить Янош (Bleszity János), доктор технических наук, профессор
институт чрезвычайных ситуаций при Национальном университете государственной службы, Будапешт,
Венгрия

Адрес редколлегии: 129366, Москва, ул. Б. Галушкина, 4, Академия ГПС МЧС России

Телефоны редколлегии: (495) 617-2727 доб. 21-69; 686-6461.

Е-mail редколлегии: ntp-tsb@mail.ru.

Адрес журнала в Интернете: <http://academygps.ru/ttb>.

ИНФОРМАЦИЯ О КОНФЕРЕНЦИИ "СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ – 2022"

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России совместно с Международной академией информатизации, Всемирной академией наук комплексной безопасности и Институтом машиноведения РАН проводит в г. Москве 24 ноября 2022 г. 31-ю международную научно-техническую конференцию "Системы безопасности – 2022".

На конференции предполагается обсуждение актуальных проблем безопасности по следующим разделам:

- методические, информационные, технические и организационные проблемы безопасности;
- системы и средства пожарной безопасности и спасения людей;
- проблемы автоматизации систем безопасности;
- нормативно-правовые, образовательные, социальные и психологические проблемы безопасности.

Приём докладов осуществляется с 15 апреля по 17 октября 2022 г.

Рассмотрение поступивших докладов – с 18 октября по 4 ноября 2022 г.

Представление окончательной версии доклада – до 9 ноября 2022 г.

Приём докладов осуществляется через информационную систему управления конференциями SCI-SPACE (<http://sci-space.com/>).

Все поступившие доклады проходят "двойное слепое" (double blind) рецензирование (не менее 2-х рецензентов). К началу работы конференции будет издан сборник трудов конференции. Сборнику присваивается ISBN, доклады регистрируются в РИНЦ. Печатный сборник материалов конференции оплачивается отдельно (требуется предварительный заказ).

Адрес: 129366, Москва, ул. Б. Галушкина, 4, Академия ГПС.

Телефоны: (495) 617-2727 доб. 21-69, доб. 21-68.

E-mail: ntp-tsb@mail.ru

Дополнительную информацию о конференции можно получить по адресу
<http://academygps.ru/sb>

Организационный комитет

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ, ОФОРМЛЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ДОКЛАДОВ

1. Доклад подготавливается на русском или английском языке.

2. Основным содержанием докладов должны быть **актуальные новые** теоретические, технические, информационные, методические, организационные, социально-психологические, образовательные и другие проблемы обеспечения безопасности.

3. От одного автора принимается **не более 2-х докладов** (в том числе в соавторстве).

4. Размер доклада (без наименования, аннотации, ключевых слов и списка литературы) – от 2 до 6 страниц. Формат листа – А4, ориентация листа – **книжная**, нижнее поле – 3,5 см, остальные по 2,5 см. Шрифт – Times New Roman. Объём машинного файла – не более 500 *Кбайт*.

5. Материалы представляются в формате MS Word 2007 и выше (**только docx**).

Наименование доклада, имена авторов и ключевые слова в файле не указываются. Данная информация заполняется отдельно, в специальных полях заявки на публикацию.

6. **Наименование** доклада должно быть **не более 3-х строк**, прописными (заглавными) буквами, нежирно, **шрифт – 14**, без переноса слов, без запятых, без аббревиатур. В конце наименования **точка не ставится**.

Аннотация (от 3-х до 7 строк) должна дать представление о том, что является основными **авторскими результатами**, их **новизне** и **актуальности**.

Ключевые слова (не более 5) – список понятий для поиска статьи в информационном пространстве, а не тезисы или словосочетания из нескольких слов.

6. **Содержание доклада** записывается с учётом следующих правил:

- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта основного текста – **14**, подрисуночных подписей, литературы, в таблицах – **12**;
- текст записывается через **одинарный** междустрочный интервал, выравнивание абзаца – **по ширине**, абзацный отступ – 1,25 см, автоматическая расстановка **переноса**;
- не должно быть разрывов страниц и разделов;
- если фотографии, рисунки, чертежи, схемы и т.п. сделаны не автором доклада, то в подрисуночной подписи должен быть указан источник заимствования;
- рисунки, чертежи, схемы должны быть сгруппированы и не должны "расползаться" по тексту, минимальный шрифт – 10;
- размеры рисунка (вместе с подрисуночной подписью) не должны превышать по горизонтали 16 см, по вертикали – 23,5 см;
- не должно быть рисунков, схем, таблиц с тёмной заливкой блоков, фона и т.п.;
- рисунки, таблицы размещаются **после упоминаний** о них в тексте, не разрывая предложений;
- все буквенные обозначения на рисунках поясняются в основном или подрисуночном тексте;
- сканированные формулы, чертежи, схемы, таблицы, тексты, содержащие ошибки или имеющие низкое качество изображения, могут исключаться из доклада;
- **буквы латинского** алфавита в формулах и их повторения в тексте записываются **курсивом, греческого и русского – прямо**;
- **обозначения** величин и **простые формулы в тексте и таблицах** набираются **как элементы текста** (а не как элементы формульного редактора);
- при отделении дробной части числа **точка** (вместо запятой) **не ставится** (13,6 – правильно, 13.6 – **неправильно**);
- **сокращённые** обозначения **единиц измерений** записываются курсивом (*м, кг, млн, млрд, тыс., с*);
- **единицы измерений** переносятся на следующую строку **вместе с цифрами**;
- обозначения градусов Цельсия и Кельвина записываются не нулём (⁰С, ⁰К) или буквой "O" (^oС, ^oК), а специальным знаком "°" из таблицы символов (°С, °К);
- между цифрой и единицей измерения оставляется пробел (17 м, 5 °С, 13 %);
- записи тире и дефиса различны: **тире – с пробелами, дефис – без пробелов**;
- пояснения формульных символов, начинающиеся с "где ...", записываются **не с красной строки**, а как продолжение текста;
- **используемые термины, аббревиатуры и формульные символы** должны иметь **пояснения** (не допускается вместо пояснений приводить ссылки на литературу);
- каждый знак препинания (, ; : . ! ?) ставится **без пробела после** предыдущего слова (цифры), но **с пробелом перед** последующим словом (цифрой);
- ссылки на литературу (номера) записываются в **квадратных** скобках – [5, 14, 17-20].

7. **Список литературы** – **не более 5 наименований**, записывается по ГОСТ Р 7.0.5-2008.

INFORMATION ABOUT THE CONFERENCE "SAFETY SYSTEMS – 2022"

Academy of State Fire Service Emercom jointly with World Academy of Sciences for Complex Security, International Informatization Academy and Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences conducts the 31-th Anniversary International Scientific-Technical Conference "Safety Systems – 2022" (November 24, 2022).

It is supposed discussing the actual problems of safety on the following sections:

- methodical, informational, technical and organizational problems of safety;
- systems and means of fire safety and rescue of people;
- problems of automation of security systems;
- regulatory, educational, social and psychological problems of safety.

Reports will be submitted from April 15 to October 17.

Consideration of the reports received is from September 18 to November 4.

Submission of the final version of the report – until November 9.

Reports will be received through the information system of conference management SCI-SPACE (<http://sci-space.com/>).

All reports received will be reviewed by 2 reviewers ("double blind" review). The conference proceedings will be published by the beginning of the conference. The conference proceedings is assigned ISBN, reports will be registered in Russian Science Citation Index. The printed conference proceedings will be charged separately (reservation is needed).

Address: 129366, Moscow, B. Galushkin street, 4, State Fire Academy of Emercom of Russia.

Phones: (495) 617-2727 add 21-69; add 21-68.

E-mail: ntp-tsb@mail.ru

More information about the conference is available at <http://academygps.ru/sb> site.

Organizing Committee

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1

МЕТОДИЧЕСКИЕ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

<i>Нгуен Ле Зуй (Вьетнам)</i> . Автоматизированная система предотвращения пожарных и аварийных ситуаций в электрооборудовании промышленных объектов.....	5
<i>Нгуен Ле Зуй (Вьетнам)</i> . Автоматизированная система управления технологическим процессом электрооборудования промышленных объектов Вьетнама.....	9
<i>Топольский Н.Г., Минаев В.А., Кйеу Туан Ань, Чан Минь Хоанг Ха (Россия, Вьетнам)</i> . Направления перспективных модельных разработок в области решения задач противопожарной службы.....	12
<i>Минаев В.А., Топольский Н.Г., Кйеу Туан Ань (Россия, Вьетнам)</i> . Моделирование взаимосвязей составляющих ресурсного обеспечения противопожарной службы Вьетнама	19
<i>Минаев В.А., Топольский Н.Г., Кйеу Туан Ань (Россия, Вьетнам)</i> . Территориально-динамическое распределение ресурсов противопожарной службы Вьетнама.....	22
<i>Dao Anh Tuan, Mai Danh Giang (Vietnam)</i> . Research to apply geographic information system (GIS) to fire fighting and planning of fire fighting teams in Hanoi City	25
<i>Katai-Urban Irina, Vass Gyula, Cimer Zsolt (Hungary)</i> . Risk assessment in the field of industrial safety.....	32
<i>Antal Zoltán, Vass Gyula, Kátai-Urbán Lajos (Hungary)</i> . Problems of safety and radiation accident prevention in Hungary	35
<i>Бу Ван Тхюй, Фам Ван Хуинь (Вьетнам)</i> . Совершенствование мероприятий по профилактике крупных пожаров во Вьетнаме.....	39
<i>Vui Quang Tien (Вьетнам)</i> . Проблемы локализации разливов нефтепродуктов при авариях резервуаров на объектах нефтегазовой промышленности Вьетнама и России.....	47
<i>Dao Tuan Anh (Vietnam)</i> . Typology of Vietnam's territories by fire risk on the basis of cluster analysis.....	52
<i>Колдомов А.В.</i> Внедрение новых методов обработки информации в органах управления Российской системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	59
<i>Качанов С.А.</i> Методика создания автоматизированных систем мониторинга инженерных конструкций зданий и сооружений.....	62

<i>Концевешкин А.С., Гусев Д.А., Шахраманьян М.А., Бутузов С.Ю.</i> Некоторые вопросы информационной безопасности МЧС России.....	66
<i>Хабибулин Р.Ш.</i> Задачи классификации прецедентов при реагировании на пожары на объектах топливно-энергетического комплекса	72
<i>Калач А.В., Билаш В.С.</i> Оптимальное управление хранением радиоактивных отходов 	76
<i>Русских Д.В., Евдокимов Ю.М., Мещеряков А.В.</i> Возможные варианты решения некоторых технологических проблем в Арктике.....	82
<i>Швырков С.А., Юрьев Я.И.</i> К оценке огнестойкости железобетонных резервуарных ограждений.....	84
<i>Киселёв В.В.</i> К вопросу безопасности населения и объектов экономики от паводков за счёт использования гидрологических постов	89
<i>Киселёв В.В.</i> Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций на примере субъекта Российской Федерации	95
<i>Халиков Р.В., Колесникова Е.Г., Кустышев И.Н., Роевко В.В.</i> Автокорреляционный анализ аварий угольных шахт	98
<i>Шихалёв Д.В.</i> Постановка задачи структурного синтеза управления при пожаре	103
<i>Круглов А.В., Рыженко А.А.</i> Выборка исходных данных для системы подготовки отчётной документации оперативно-дежурной смены.....	106
<i>Чухванцев И.С., Рыженко А.А.</i> Необходимость внедрения информационно-аналитической поддержки управления центра управления в кризисных ситуациях	110
<i>Копнышев С.Л., Зельский А.Г.</i> Метод выбора поставщиков и определения объёмов резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций	115
<i>Тимохин В.В.</i> Внутренние дефлаграционные взрывы в смежных помещениях жилых домов.....	121
<i>Кулагин А.В.</i> Прогнозирование надёжности противопожарных судов на основе технического диагностирования.....	124
<i>Кропотова Н.А., Полетаев Н.С.</i> Разработка робототехнического комплекса для решения вопросов техносферной безопасности.....	129
<i>Сибиряков М.В., Груздев С.А.</i> К вопросу разработки методики определения времени спасения людей с высоты при помощи автолестницы.....	135
<i>Сибиряков М.В., Умяров С.В.</i> Анализ организации деятельности договорных подразделений ФПС ГПС.....	138
<i>Подрезов Ю.В.</i> Методические особенности прогнозирования динамики основных видов лесных пожаров	144
<i>Подрезов Ю.В.</i> Особенности учёта метеоусловий при прогнозировании динамики источников чрезвычайных лесопожарных ситуаций.....	149

<i>Григорьева М.П., Михайлова С.С.</i> Оценка интегральных пожарных рисков на территории Московской области.....	154
<i>Апанасюк О.Н., Скоробогатов А.М.</i> Опыт проведения Интернет-акций по измерению радиационного фона в местах пребывания населения на радиоактивно загрязнённых территориях.....	161
<i>Петрилин Д.А., Реформатская И.И.</i> Обеспечение пожаровзрывобезопасности резервуаров с сернистой нефтью путём защиты их внутренней поверхности от образования коррозии	168
<i>Гринченко Б.Б., Шалявин Д.Н., Степанов Е.В.</i> Теоретико-графовая модель действий участников тушения пожара в непригодной для дыхания среде.....	171
<i>Третьяков Н.А.</i> Автоматизированный комплекс программных модулей поиска индикатора компрометации пароля пользователя в системах дистанционного обучения.....	175
<i>Бурлаченко К.Г., Репин С.В., Городенко А.Б.</i> Современные аспекты надзорной деятельности	182
<i>Бурлаченко К.Г., Городенко А.Б.</i> Некоторые особенности реализации надзорной деятельности в федеральных округах Российской Федерации	187
<i>Аникин С.Н., Цокурова И.Г.</i> Управление рисками гибели пожарных при тушении пожаров на металлургических предприятиях	192
<i>Ефимов А.А.</i> Результаты опроса персонала торгово-развлекательных центров по вопросам организации и управления эвакуацией людей при пожаре	197
<i>Кадиев Ш.К.</i> Инфологическая модель для разработки базы данных по чрезвычайным ситуациям	201
<i>Шангараев Р.Р.</i> Численный эксперимент по влиянию газодинамических потоков на тепловые нагрузки при образовании огневых шаров	205
<i>Шевцов М.В.</i> Автоматизированная система анализа аэроснимков при мониторинге пожарной обстановки.....	209

Секция 2

СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ

<i>Пимпер Ласло, Хорват Г.В., Катаи-Урбан Лайош (Венгрия).</i> Развитие методов и средств тушения пожаров нефтепродуктов в резервуарах	213
<i>Раймунд Кути, Хорват Г.В. (Венгрия).</i> Принятие руководящих решений в ходе ликвидации чрезвычайных ситуаций	218
<i>Luong Anh Tuan (Vietnam).</i> Studying the dynamics of the use of two-wheeled motorcycles in firefighting and rescue	224
<i>Ngo Quang Toan, Truong Van Phan (Vietnam).</i> Research and application of fire fighting techniques using hand-held nozzles.....	232

<i>Ngo Van Anh, Nguyen Duc Hung (Vietnam)</i> . Development of rescue procedures in case of spills and leaks of chemically hazardous substances for the fire and rescue service.....	238
<i>Ngo Van Anh (Vietnam)</i> . Prevention of fire and fire spread for facilities with large area and space.....	242
<i>Nguyen Duc Hung (Vietnam)</i> . Warning about the risks of accidents and emergencies and safety measures during fire and rescue operations.....	248
<i>Nguyen Tuan Anh, Nguyen Van Can (Vietnam)</i> . The role of the fire extinguishing leader in fire and rescue operations.....	252
<i>Nguyen Tuan Anh, Do Hoa (Vietnam)</i> . Applying the achievements of the fourth industrial revolution to firefighting and rescue operations	256
<i>Nguyen Van Hiep (Vietnam)</i> . Preventing forest fire in Southwest Vietnam taking into account climate change	262
<i>Nguyen Xuan Hung, Nguyen Thanh Tung (Vietnam)</i> . Accident and emergency prevention measures during construction work in Vietnam.....	267
<i>Vu Van Thuy (Vietnam)</i> . Rescuing people from fires in high-rise buildings in Vietnam.....	270
<i>Фам Куок Хынг (Вьетнам)</i> . Анализ пожарной обстановки в населённых пунктах Вьетнама за последние годы.....	276
<i>Гумиров А.С., Алешков М.В., Двоенко О.В.</i> Оценка возможности применения компрессионной пены на плавучей атомной теплоэлектростанции "Академик Ломоносов"	284
<i>Калач А.В., Клементьев Б.А.</i> Исследование огнестойкости стальных конструкций с эпоксидной огнезащитой в условиях низких температур	290
<i>Лебедченко О.С., Пузач С.В.</i> Особенности обоснования безопасных расстояний внутри пожарных зон зданий атомных станций без действия систем активной противопожарной защиты.....	294
<i>Елтышев И.П., Бегишев И.Р.</i> Пожаровзрывоопасность хладагента R-365mfc	300
<i>Копылов П.С., Бегишев И.Р.</i> Эффективность применения перфторизогексенов в качестве газовых огнетушащих веществ	303
<i>Сатин А.П., Аристархов В.А., Гришанков П.С., Дайнес В.А.</i> Альтернативная оценка обеспеченности материально-техническими средствами подразделений МЧС России	306
<i>Сатин А.П., Рябинин Е.В., Дайнес В.А.</i> Некоторые особенности выбора пожарно-технического вооружения	310
<i>Комраков П.В., Диалектова Т.П., Борисова Т.А.</i> Возможность инжектирования нейтральных газов в раствор пенообразователя при тушении пожаров горючих жидкостей.....	315
<i>Мокшанцев А.В., Михайлов К.А., Столяров Д.В., Наурзалиев Р.Ю.</i> Влияние оптической концентрации дыма на обнаружение пострадавших средствами мониторинга коротковолнового инфракрасного диапазона	318

<i>Гервятовский А.М., Емельянов М.Э.</i> Проблемы эвакуации детей дошкольного возраста	323
<i>Кузнецов М.В.</i> Новые подходы к производству огнезащитных тканей с высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред.....	326
<i>Путин В.С.</i> Особенности комплексного анализа чрезвычайных ситуаций природного характера на примере республики Саха (Якутия).....	329
<i>Холостов А.Л., Леутов П.А., Шкуратов А.Г.</i> Анализ быстродействия средств пожарной автоматики	335
<i>Сысоева Т.П.</i> Современные угрозы техносферной безопасности в арктической зоне Российской Федерации.....	340
<i>Мироненко Р.В.</i> Влияние оперативной памяти на время компьютерного моделирования при расчёте необходимого времени эвакуации при пожаре.....	346
<i>Сорокоумов В.П., Аристархов В.А.</i> Оценка готовности к применению мобильных средств пожаротушения.....	351
<i>Иванов А.А., Спиридонов А.В., Гудин С.В.</i> К вопросу об оценке риска возникновения пожара на предприятии химической отрасли.....	355
<i>Лобова С.Ф., Петрова Н.В.</i> Оценка эффективности оригинальной конструкции междуэтажного пояса с помощью полевого моделирования	359
<i>Халиков Р.В., Кузьменко В.А., Нуретдинов А.М., Самсонов А.Ю., Роевко В.В.</i> Использование арифметической прогрессии для определения площади теплообмена полидисперсной капельной среды	366
<i>Кузьменко В.А.</i> О проблеме идентификации современных транспортных средств и оценки их опасности при дорожно-транспортных происшествиях и чрезвычайных ситуациях.....	370
<i>Таныгина А.А.</i> Оценка зависимости возраста на риск гибели при пожаре в жилом секторе	375

Секция 3

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

<i>Членов А.Н., Алешков А.М., Смирнов В.И., Тактоналиев А.А.</i> Перспективы развития приборов приёмно-контрольных пожарных.....	380
<i>Членов А.Н.</i> Этапы развития пожарной сигнализации в России.....	384
<i>Оспанов К.К., Федоров А.В., Ломаев Е.Н., Ысмаилов А.К.</i> Управление пожарным риском предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.....	389
<i>Паршин А.В., Федоров А.В.</i> Перспективные принципы построения и алгоритмизация автоматизированных систем управления противопожарной защитой.....	393
<i>Болотский А.В., Пицык В.В., Макушкин А.В.</i> Модель оценки технического состояния автоматизированной системы управления противопожарной защитой.....	397

Комраков П.В., Покореев В.Н. Особенности использования комбинированного пожаротушения нейтральными газами и порошковыми смесями	402
Кузнецов М.В. Разработка новой структуры тепловыделяющих элементов реакторов класса РБМК с целью повышения уровня их безопасности.....	405
Чискидов С.В., Штарева М.С., Лукьянович К.Н. К вопросу автоматизации системы безопасности при измерении уровня содержания радиоактивных аэрозолей в системах вентиляции зданий	408
Колбасин А.А., Иощенко Д.А., Солоненко А.М. Проблемы нормирования требований к автоматическим установкам пожаротушения при ликвидации возгораний электрооборудования под напряжением	411
Щетнев К.П., Макаров Е.Ю., Боговина И.В. Системы автоматического водяного пожаротушения зданий на базе самодвижущегося роботизированного пожарного комплекса.....	414
Николаев В.А., Федин А.Н. Проблема взаимодействия объектовых средств охранной и пожарной сигнализации	418
Прошутинский Д.А., Николаев В.А. Основные направления развития технологий искусственного интеллекта в технических средствах обнаружения	422
Меженев В.А., Ольховский И.А., Двоенко О.В. Испытания многофункционального комплекса противопожарной защиты машинных залов Калининской атомной электростанции	427
Апанасюк О.Н., Гаврилов С.Л., Пименов А.Е. Опыт проектирования автоматизированной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций с радиационным фактором в Брянской области.....	432
Смирнов В.И. Новые возможности организации автоматической пожарной сигнализации объекта	438
Буцынская Т.А. Научно-практические основы применения видеонаблюдения для обнаружения пожара	441
Буцынская Т.А. Итоги работы научно-технического семинара "Электронные системы безопасности"	444
Калиев О.С. Анализ пожаров на производственных объектах с обращением горючей пыли	448
Чудотворова К.М., Волков Н.М. Разработка принципов сквозного проектирования локального управления автоматизированной системой противопожарной защиты.....	451
Анисимов Д.С. Интеграция систем обеспечения безопасности объектов нефтеперерабатывающей отрасли в аппаратно-программный комплекс "Безопасный город"	459

Секция 4

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Фам Ван Хуинь, Фам Куок Хынг (Вьетнам). Проблемы консультативной работы пожарной охраны Вьетнама и мероприятия для повышения её эффективности	463
Duong Van Nam (Vietnam). Professional training for the fire and rescue police force in Vietnam.....	469
Nguyen Van Can (Vietnam). Use of legal documentation on rescue work to function of the fire and rescue service in Vietnam.....	476
Кузьмина О.А., Ломаева Т.А., Фурсов А.И. К вопросу о совершенствовании системы управления охраной труда системе МЧС России.....	480
Кузьмина О.А. Роль изучения волевой сферы личности сотрудников ФПС ГПС при организации мероприятий по профессиональной подготовке	483
Федосеев А.А., Соловьева А.В. Формирование ведомственного кадрового резерва в территориальном органе МЧС России и профессиональное развитие сотрудников	488
Безвесильная А.А., Саяпин О.В. Опыт организации подготовки выпускников Академии гражданской защиты МЧС России по направлению "Информатика и вычислительная техника"	494
Чискидов С.В., Безвесильная А.А. Опыт проектной подготовки курсантов Академии гражданской защиты МЧС России по направлению "Информационные системы и технологии"	499
Мочалова Т.А., Никитина С.А. Применение цифровых технологий в образовательном процессе при выполнении обучающимися курсовых работ	504
Швырков С.А., Панасевич Л.Т. Использование технологий CGI-графики для создания видеороликов лабораторных работ	510
Юрьев В.И., Панасевич Л.Т. Проблема качественной подготовки молодых специалистов (на примере определения категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности)	514
Киричек А.В. Возможности социальной сети "ВКонтакте" в учебной и воспитательной работе с обучающимися вузов МЧС России	518
Ходикова Н.А. Чем опасен техногенез и можно ли им управлять.....	524
Александрова Н.Г. Необходимость применения системного и целостного подхода в профилактике пожарной безопасности	527
Николаенко Е.В. Проблемные аспекты управления образовательным процессом учебных организаций пожарно-технического профиля.....	531
Информация о конференции "Системы безопасности – 2022".....	536

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Александрова Наталья Геннадиевна..... 527
Алешков Александр Михайлович..... 380
Алешков Михаил Владимирович..... 284
Аникин Сергей Николаевич 192
Анисимов Денис Сергеевич 459
Апанасюк Олег Николаевич..... 161, 432
Аристархов Владимир Анатольевич... 306, 351

Б

Бегишев Ильдар Рафатович..... 300, 303
Безвесильная Анжела Александровна 494, 499
Билаш Валерия Сергеевна 76
Боговина Ирина Владимировна 414
Болотский Алексей Владимирович..... 397
Борисова Татьяна Анатольевна 315
Бурлаченко Ксения Григорьевна 182, 187
Бутузов Станислав Юрьевич 66
Буцынская Татьяна Анатольевна 441, 444

В

Волков Никита Михайлович 451
Ву Ван Тхюй..... 39

Г

Гаврилов Сергей Львович..... 432
Гервятовский Алексей Михайлович..... 323
Городенко Алексей Борисович 182, 187
Григорьева Маргарита Петровна 154
Гринченко Борис Борисович 171
Гришанков Павел Станиславович..... 306
Груздев Сергей Александрович 135
Гудин Сергей Витальевич..... 355
Гумиров Андрей Сергеевич..... 284
Гусев Дмитрий Александрович..... 66

Д

Дайнес Виталий Андреевич..... 306, 310
Двоенко Олег Викторович..... 284, 427
Диалектова Татьяна Павловна 315

Е

Евдокимов Юрий Михайлович 82
Елтышев Илья Павлович 300
Емельянов Максим Эдуардович 323
Ефимов Андрей Александрович 197

З

Зельский Алексей Георгиевич..... 115

И

Иванов Артём Андреевич..... 355
Иощенко Дмитрий Александрович..... 411

К

Кадиев Шамиль Кудрудинович..... 201
Калач Андрей Владимирович..... 76, 290
Калиев Олег Сергеевич..... 448
Катаи-Урбан Лайош 213
Качанов Сергей Алексеевич..... 62
Киричек Александр Владимирович 518
Киселёв Вячеслав Валериевич 89, 95

Кйеу Туан Ань 12, 19, 22
Клементьев Борис Александрович..... 290
Колбасин Андрей Александрович..... 411
Колдомов Андрей Валентинович 59
Колесникова Елена Геннадьевна..... 98
Комраков Петр Владимирович..... 315, 402
Концевешкин Антон Сергеевич 66
Копнышев Сергей Львович 115
Копылов Павел Сергеевич 303
Кропотова Наталья Анатольевна 129
Круглов Александр Владимирович..... 106
Кузнецов Максим Валерьевич..... 326, 405
Кузьменко Виктор Алексеевич 366, 370
Кузьмина Ольга Анатольевна..... 480, 483
Кулагин Андрей Владимирович..... 124
Кустышев Иван Николаевич 98

Л

Лебедченко Ольга Сергеевна..... 294
Леутов Павел Александрович..... 335
Лобова Софья Фёдоровна 359
Ломаев Евгений Николаевич 389
Ломаева Татьяна Александровна 480
Лукьянович Константин Николаевич 408

М

Макаров Евгений Юрьевич 414
Макушкин Александр Владимирович 397
Меженев Владимир Алексеевич 427
Мещеряков Алексей Викторович..... 82
Минаев Владимир Александрович ... 12, 19, 22
Мироненко Роман Владимирович..... 346
Михайлов Кирилл Андреевич 318
Михайлова Светлана Сергеевна 154
Мокшанцев Александр Владимирович..... 318
Мочалова Татьяна Александровна..... 504

Н

Наурзалиев Руслан Юрьевич..... 318
Нгуен Ле Зуй..... 5, 9
Никитина Светлана Александровна..... 504
Николаев Владимир Анатольевич..... 418, 422
Николаенко Елизавета Владимировна..... 531
Нуретдинов Айназ Маратович 366

О

Ольховский Иван Александрович..... 427
Оспанов Кайрат Кельденович 389

П

Панасевич Людмила Тихоновна 510, 514
Паршин Алексей Владимирович..... 393
Петрилин Дмитрий Андреевич 168
Петрова Наталья Вячеславовна 359
Пименов Артем Евгеньевич 432
Пимпер Ласло 213
Пицык Виктор Васильевич 397
Подрезов Юрий Викторович 144, 149
Покореев Виталий Николаевич..... 402

МАТЕРИАЛЫ
ТРИДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
"СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ – 2021"

Технический редактор *Т.А. Буцынская*

Подписано к печати 23.11.2021
Бумага офсетная
Тираж 250 экз.

Формат бумаги 60×90 ¹/₁₆
Печ. л. 20 ч.-изд. л. 19
Заказ №

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Б. Галушкина, 4